

Radschnellwege in Hamburg

**Aufwertungsmöglichkeiten der Velorouten 5 und 6
unter Berücksichtigung von Qualitätsmessungen und der Definition
eines Standards urbaner Radschnellwege**



Diplomarbeit der Vertiefungsrichtung Raum und Verkehr
des Diplom-Studiengangs Bauingenieurwesen und Umwelttechnik
betreut von Prof. Dr.-Ing. Gertz am Institut für Verkehrsplanung und Logistik
der Technischen Universität Hamburg-Harburg,
vorgelegt von **Andreas Swensson** im November 2012.

*"If we really want to see levels of obesity declining,
we have to move on from the rhetoric.*

***We need to see a visible investment in infrastructure
that makes cycling and walking the travel modes of choice."***

Tim Crayford, president of the Ass. of Directors of Public Health, UK

Vielen Dank an meine Frau Sophie für die Hilfe für die Textkorrektur, an Herrn Gündel, Herrn Riess und Herrn Gertz für die inhaltliche Unterstützung und an meine Kinder Johann und Svearika dafür, dass ich weitgehend ungestört zuhause arbeiten konnte.

Alle Rechte vorbehalten. Für Veröffentlichung und Weitergabe – auch auszugsweise und insbesondere in elektronischer Form – bitte ich meine Zustimmung einzuholen. Die Abbildungen dürfen für den Lehrbetrieb an der TUHH verwendet werden, wenn ich als Urheber genannt werde.

Andreas Swensson
Zwanckweg 16
22337 Hamburg
hotmail@andreas-swensson.com

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	2
Tabellenverzeichnis.....	4
Glossar und Erläuterungen	6
1. Einleitung	8
1.1. Problemstellung	8
1.2. Zielsetzung und Methodik	9
2. Radverkehr in Hamburg	11
2.1. Radverkehrsförderung	11
2.2. Velorouten	12
3. Definition des Hamburger Radschnellwegs	16
3.1. Urbane Radschnellwege	16
3.2. Beispiele für urbane Radschnellwege.....	17
3.3. Definition des Hamburger Radschnellwegs.....	20
4. Verfahren zur Qualitätsbeurteilung der Velorouten	22
4.1. Merkmal Bodenbelagsqualität.....	22
4.1.1. Bodenbelagsqualität und seine Bedeutung beim Radfahren.....	22
4.1.2. Quantifizierungsverfahren per Sichteinstufung	24
4.1.3. Energieverfahren per Erschütterungsmessung	27
4.1.3.1. Entwicklung des Verfahrens und Messaufbau	28
4.1.3.2. Datenverarbeitungssoftware.....	34
4.1.3.3. Durchführung des Verfahrens.....	38
4.1.3.4. Ergebnisbeispiele	39
4.2. Merkmal Erschließungsqualität	40
4.2.1. Velorouten und Erschließung	40
4.2.2. Ermittlung der Erschließungsqualität durch die Auswertung von Einwohnerdichtekarten unter Anwendung einfacher Bilderkennungstechnologie.....	41
4.2.2.1. Verfahrensablauf	42
5. Veloroute 5 Westroute	45
5.1. Bestandsaufnahme	45
5.2. Qualitätsbeurteilung	49
5.3. Alternative Routenführung und Aufwertungspotential	55
6. Veloroute 5 Oststrecke	69
6.1. Bestandsaufnahme	69
6.2. Qualitätsbeurteilung	76
6.3. Alternative Routenführung und Aufwertungspotential	79
7. Veloroute 6.....	90
7.1. Bestandsaufnahme	90
7.2. Qualitätsbeurteilung	94
7.3. Alternative Routenführung und Aufwertungspotential	97
8. Gemeinsamer Alster-Routenabschnitt der Velorouten 5 und 6.....	110
8.1. Bestandsaufnahme	110
8.2. Qualitätsbeurteilung	112
8.3. Alternative Routenführung und Aufwertungspotential	113
9. Flankierende Maßnahmen	117
9.1. Erhöhung der Raumdurchlässigkeit	117
9.2. Beschilderung und Kennzeichnung der Velorouten	119
9.3. Ausstattung der Velorouten	121

9.4. Öffentlichkeitsarbeit	123
10. Fazit und Ausblick.....	125
Literaturverzeichnis.....	128
Anhang	131

Abbildungsverzeichnis

Abb.	S.	Beschreibung	Quelle
Titelbild		Foto Hamburger Straße, Veloroute 5	Swensson
1	13	Velorouten in Hamburg mit Maßnahmen seit 2007	BSU 2011
2	15	Verlauf der Velorouten 5 und 6	Swensson, Google 2012
3	18	Barclay's Cycle Superhighway: Radschnellweg in London	Peach 2012
4	22	Energieverbrauch nach Bodenbelag	Meschik 2008
5	23	Verschiedene Pflasterarten im Dulsberg an der Veloroute 6	Swensson
6	23	Comic-Strip über Erschütterungen beim Radfahren	Helms 2012
7	28	Visualisierung der Bodenbelagsqualität auf der Veloroute 5 West am Stadtpark mit Google Earth	Swensson, Google 2012
8	29	Beschleunigungssensors JoyWarrior JW24F14 im Kunststoffgehäuse	Swensson
9	30	Fahrradhalterung des Beschleunigungssensors	Swensson
10	31	Messfahrrad mit Montageposition des Beschleunigungssensors	Swensson
11	32	Körperliche Schwingungseinwirkungen an Armen und Wirbelsäule beim Radfahren auf Asphalt (Uni Oldenburg)	Pivit 1988
12	36	Screenshot: Formular der Auswertungssoftware	Swensson
13	37	Screenshot: Ausgabe der Auswertungssoftware	Swensson
14	37	Screenshot: CSV-Ergebnis in Excel geöffnet	Swensson
15	40	Visualisierung der Bodenbelagsqualität im Dulsberg mit Google Earth	Swensson
16	42	Gescannte Teile einer Einwohnerdichtekarte im Bildbearbeitungsprogramm	Swensson
17	43	600m breiter Korridor um die Veloroute 5 West	Swensson
18	44	Markierte Einwohnerpunkte auf einem 600m breiten Korridor entlang eines Abschnitts der Veloroute 5 West	Swensson
19	44	Messprotokoll-Fenster von Photoshop mit dem Zählergebnis der Einwohnerpunkte	Swensson
20	56	Veloroute 5 West nordöstlich des Stadtparks mit Ist-Route und Alternativrouten. Markierte Orte: siehe Tab.15.	Swensson, Google 2012
21	57	Durchgangsweg zwischen Saarlandstraße und Saarlandstieg	Swensson
22	57	Fotomontage eines direkten Radwegs von der Saarlandstraße durch die Grünanlage bis unter die Jahnbrücke	Swensson
23	59	Mögliche Nebenroute durch City-Nord und Stadtpark	Swensson, Google 2012
24	61	Radweg im nördlichen Teil der Sengelmannstraße stadteinwärts mit Fotomontage eines Radfahrstreifens	Swensson
25	62	Bushaltestelle Suhrenkamp stadteinwärts im Norden der Sengelmannstraße	Swensson
26	63	Radverkehrsführung an der Veloroute 5 West stadteinwärts Sengelmannstraße Ecke Alsterdorfer Straße	Swensson
27	64	Radverkehrsführung am Knoten Sengelmannstraße/Alsterdorfer Straße, Ist-Zustand und Fotomontage	Swensson, Google 2012
28	64	Knoten Sengelmannstraße/Hebebrandstraße stadteinwärts auf der Veloroute 5 West	Swensson
29	65	Gefälle nach Überquerung des Knotens Sengelmannstraße/Hebebrandstraße stadteinwärts auf der Veloroute 5 West	Swensson
30	66	Radverkehrsführung der Veloroute 5 West am Knoten Sengelmannstraße/Hebebrandstraße mit alternativer Unterführung	Swensson, Google 2012
31	67	Veloroute 5 West stadteinwärts: Radwegschäden an der Adolph-Schönfelder-Straße zwischen Desenißstraße und Beim Alten Schützenhof	Swensson

32	68	Straße Lerchenfeld: Fußverkehr behindert den Radverkehr bei der Überquerung	Swensson
33	69	Knoten Hamburger Straße/Lerchenfeld auf Veloroute 5 Ost und West in Rückrichtung: Fußgängerströme kreuzen die Radverkehrsanlagen	Swensson, Google 2012
34	81	Verlauf und Konflikte der Veloroute 5 Ost an der Haltestelle Barmbek	Swensson, Google 2012
35	83	Veloroute 5 Ost mit Alternativrouten Bramfelder Chaussee und Fabriciusstraße	Swensson, Google 2012
36	85	Bramfelder Chaussee stadteinwärts: Radschutzstreifen an Bushaldebucht	Swensson
37	88	Fabriciusstraße Ecke Owiesenstraße stadteinwärts	Swensson
38	89	Fotomontage Radfahrlinie auf Gehweg an enger Bushaltestelle Königsberger Straße an Bramfelder Chaussee	Swensson
39	98	Vergleich der Veloroute 6 stadteinwärts im Dulsberg mit neuer Ist-Route und Alternativroute, Problemstellen 1-8: siehe Tab. 36	Swensson, Google 2012
40	100	Alter Teichweg auf der neuen Ist-Route stadteinwärts	Swensson
41	101	Eulenkamp auf der Alternativroute stadteinwärts	Swensson
42	101	Kopfsteinpflaster in der nördlichen Dithmarscher Straße	Swensson
43	103	Knoten Eulenkamp/Friedrich-Ebert-Damm auf der Alternativroute durch den Dulsberg	Swensson, Google 2012
44	104	Eulenkamp Ecke Elsässer Straße: Überquerung eines Parkplatzes auf der Alternativroute durch den Dulsberg	Swensson
45	105	Stormaner Straße Ecke Lauenburger Straße: Ende des Radfahrstreifen auf der Alternativroute durch den Dulsberg	Swensson
46	106	Routenführung der Veloroute 6 am Eilbekkanal zwischen Lerchenfeld und Mundsburger Brücke (siehe auch Abb. 47)	Swensson, Google 2012
47	107	Veloroute 6 stadteinwärts am Ende der Uferstraße: direkte Überquerung der Straße Lerchenfeld	Swensson
48	108	Velorouten 5 und 6 an der Mundsburger Brücke	Swensson, Google 2012
49	109	Fotomontage einer Radfurt am Knoten Mundsburger Brücke	Swensson
50	113	Alster-Routenabschnitt stadtauswärts mit Alternativroute	Swensson, Google 2012
51	115	Alster-Alternativroute, Ampel vor Radweg in der Straße "An der Alster"	Swensson
52	116	Alster-Alternativroute: paralleler Radweg zu "An der Alster" (verortet in Abb. 50, Nr. 1)	Swensson
53	116	Alster-Alternativroute: Ampel am Ende des parallelen Radwegs	Swensson
54	117	Unterführung parallel zur Barcastraße unter der Sechslingspforte auf der Alster-Alternativroute (verortet in Abb. 50, Nr. 2)	Swensson
55	119	Coorporate Design und die Ausschilderung der Radschnellwege in London	TfL 2012
56	120	Beschilderung einer Veloroute mit Informationen über ihre Vorteile	Swensson
57	121	Aufgesprayte Veloroutenmarkierungen als Übergangslösung	Swensson
58	122	Öffentliche Reparaturhalterung und Luftpumpe mit Handbetrieb	Cyclehoop 2012
59	122	Haltegriff an einer Ampel	Ziegler 2012
60	124	Fahrrad-Zählstelle und öffentliche Luftpumpe in Kopenhagen	Cyklesuperstier 2012
61	127	Bug bei Visualisierung in Google Earth: Zeitversatz zwischen Beschleunigungsmessdaten und GPS-Koordinaten	Swensson, Google 2012

Tabellenverzeichnis

Tab.	S.	Beschreibung
1	21	Definition der Anforderungen an den "Hamburger Radschnellweg"
2	25	Zuordnung der Bodenbeläge auf Streckenabschnitten nach Art und Zustand zu Qualitätswerten nach dem Quantifizierungsverfahren
3	26	Anwendungsbeispiel des Quantifizierungsverfahren: Berechnung der durchschnittlichen Bodenbelagsqualität eines Routenabschnitts
4	39	Beispielsergebnisse des Energieverfahrens für verschiedene Bodenbeläge
5	46/47	Routenverlauf der Veloroute 5 West stadteinwärts von Suhrenkamp bis Rathausmarkt nach Art und Zustand der Bodenbeläge. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
6	47	Querungen und LSA an der Veloroute 5 West stadteinwärts von Suhrenkamp bis Rathausmarkt. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
7	48	Routenverlauf der Veloroute 5 West stadtauswärts von Rathausmarkt bis Suhrenkamp nach Art und Zustand der Bodenbeläge. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
8	48/49	Querungen und LSA an der Veloroute 5 West stadtauswärts von Rathausmarkt bis Suhrenkamp. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
9	49/50	Qualitätsmerkmale der Veloroute 5 West von Suhrenkamp bis Hamburger Straße. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
10	51	Qualitätsmerkmale des gemeinsamen Routenabschnitts an der Hamburger Straße von Veloroute 5 Ost und West. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
11	52	Qualitätsmerkmale der Veloroute 5 West von Suhrenkamp bis Rathausmarkt. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
12	53	Konkurrenzfähigkeit des Radverkehrs entlang der Veloroute 5 West mit Fahrzeitvergleichen, Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
13	54	Überprüfung der Anforderungen zur Einstufung der Veloroute 5 West als Hamburger Radschnellweg
14	55	Qualitätsmerkmale der Ist-Route und der Alternative für den Hinweg der Veloroute 5 West am Stadtpark (siehe Abb. 20). Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
15	56/57	Beschreibung ausgewählter Stellen auf der Veloroute 5 West am Stadtpark und der vorgestellten Alternativroute wie verortet auf Abb. 20
16	58	Qualitätsmerkmale der Ist-Route und der Alternative für den Rückweg der Veloroute 5 West am Stadtpark (siehe Abb. 20). Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
17	71/72	Routenverlauf der Veloroute 5 Ost stadteinwärts von der S-Bahn Poppenbüttel bis Rathausmarkt nach Art und Zustand der Bodenbeläge. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
18	72/73	Querungen und LSA an der Veloroute 5 Ost stadteinwärts von der S-Bahn Poppenbüttel bis Rathausmarkt. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
19	73/74	Routenverlauf der Veloroute 5 Ost stadtauswärts von Rathausmarkt bis zur S-Bahn Poppenbüttel nach Art und Zustand der Bodenbeläge. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
20	74/75	Querungen und LSA entlang des Routenverlaufs der Veloroute 5 Ost stadtauswärts von Rathausmarkt bis zur S-Bahn Poppenbüttel. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
21	76	Qualitätsmerkmale der Veloroute 5 Ost von der S-Bahn Poppenbüttel bis Hamburger Straße. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
22	77	Qualitätsmerkmale der Veloroute 5 Ost von der S-Bahn Poppenbüttel zum Rathausmarkt. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
23	78	Konkurrenzfähigkeit des Radverkehrs entlang der Veloroute 5 Ost mit Fahrzeitvergleichen. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
24	79	Überprüfung der Anforderungen zur Einstufung der Veloroute 5 West als Hamburger Radschnellweg
25	84	Beschreibung ausgewählter Problemstellen auf der Veloroute 5 Ost wie verortet in Abb. 35
26	84/85	Qualitätsmerkmale der Ist-Route und der Alternative 1 Bramfelder Chaussee für Veloroute 5 Ost (Abb. 35). Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
27	86/87	Qualitätsmerkmale der Ist-Route und der Alternative 2 Fabriciusstraße für Veloroute 5 Ost (Abb.

		35). Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
28	91	Routenverlauf der Veloroute 6 stadteinwärts von der U-Bahnhaltestelle Wandsbek-Gartenstadt bis Rathausmarkt nach Art und Zustand der Bodenbeläge. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
29	91/92	Querungen und LSA entlang des Routenverlaufs der Veloroute 6 stadteinwärts von der U-Bahnhaltestelle Wandsbek-Gartenstadt bis Rathausmarkt. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
30	92/93	Routenverlauf der Veloroute 6 stadtauswärts von Rathausmarkt bis zur U-Bahnhaltestelle Wandsbek-Gartenstadt nach Art und Zustand der Bodenbeläge. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
31	93	Querungen und LSA entlang des Routenverlaufs der Veloroute 6 stadtauswärts von Rathausmarkt bis zur U-Bahnhaltestelle Wandsbek-Gartenstadt. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
32	94	Qualitätsmerkmale der Veloroute 6 von der U-Bahnhaltestelle Wandsbek-Gartenstadt bis Rathausmarkt. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.
33	95	Konkurrenzfähigkeit des Radverkehrs entlang der Veloroute 6 mit Fahrzeitvergleichen. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
34	96	Überprüfung der Anforderungen zur Einstufung der Veloroute 5 West als Hamburger Radschnellweg
35	99	Qualitätsmerkmale der Ist-Route, der neuen Ist-Route und der Alternative für den Dulsberg-Abschnitt der Veloroute 6 (siehe Abb. 39). Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
36	102	Beschreibung ausgewählter Problemstellen auf der Veloroute 6, der neuen Ist-Route und der Alternative wie verortet in Abb. 39
37	110	Routenverlauf der Alsterroute stadteinwärts von der Mundsbürger Brücke bis Rathausmarkt nach Art und Zustand der Bodenbeläge. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
38	110f	Querungen und LSA entlang der Alsterroute stadteinwärts von der Mundsbürger Brücke bis Rathausmarkt. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
39	110	Routenverlauf der Alsterroute stadtauswärts vom Rathausmarkt bis zur Mundsbürger Brücke nach Art und Zustand der Bodenbeläge. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
40	111	Querungen und LSA der Alsterroute stadtauswärts vom Rathausmarkt bis zur Mundsbürger Brücke. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
41	112	Qualitätsmerkmale der Alsterroute von der Mundsbürger Brücke bis Rathausmarkt. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
42	114	Übersicht der Qualitätsmerkmale der Ist-Route und der Alternative für den Rückweg der Alsterroute zur Entlastung des Alsterwanderwegs (siehe Abb. 39). Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6
43	115	Beschreibung ausgewählter Stellen auf der Alsterroute und der vorgestellten Alternativroute wie verortet auf Abb. 39

Glossar und Erläuterungen

Begriffe und Abkürzungen:

Abbiegevorgänge	Unstetigkeiten in Fahrtrichtung des Routenverlaufs, die so starke Richtungsänderungen erzwingen, dass die Geschwindigkeit hierfür maßgeblich abgesenkt werden muss. Richtungsänderungen an LSA-Knoten werden nicht mitgezählt, da diese meist nach oder vor Wartezeit aus dem Stand erfolgen und die Fahrt nicht verlangsamen.
Freigabezeit	Dauer der Grünphase in Sekunden.
Hinrichtung	Stadteinwärts, Hinweg für Einpendler im Berufsverkehr, (Rückrichtung: stadtauswärts).
LSA	Lichtsignalanlage, "Ampel"
Querung	Interaktions- und potentielle Konfliktfläche, auf der Rad- und Kfz-Verkehr sich kreuzen. Hierzu zählen Übergänge wie LSA, einmündende Straßen und erforderliche Straßenüberquerungen ohne Querungshilfen. Grundstücksausfahrten und Einmündungen über abgesenkte Bordsteine werden hierbei nicht mitgezählt.
Raumdurchlässigkeit	Luftlinienstreckenlänge geteilt durch die durchschnittliche Fahrzeit aus Hin- und Rückweg.
Rückrichtung	Stadtauswärts, Rückweg für Einpendler im Berufsverkehr, (Hinrichtung: stadteinwärts).
Umlaufzeit	Dauer vom ersten bis zum nächsten Beginn der Grünphase.

Erklärungen für Tabellen aus der Bestandsaufnahme:

Blau:	Bestandteil des Alster-Routenabschnitts (siehe Abschnitt 8).
Orange:	Bestandteil des gemeinsamen Abschnitts von Veloroute 5 Ost und West
Rot:	Alternativroute möglich (Strecken oder Querungen könnten ersetzt werden).
Art: LSA	Lichtsignalanlage ("Ampel")
Art: x	Querungssituation mit Vorfahrt, meist entlang einer Vorfahrtstraße bei einmündender Nebenstraße. Die Radfahrenden müssen hier im Normalfall nicht anhalten, jedoch eine höhere Aufmerksamkeit aufbringen und ggf. die Geschwindigkeit reduzieren, falls abbiegende Fahrzeuge sie nicht rechtzeitig wahrnehmen oder beim Warten an der Sichtlinie die Radfurt versperren.
Art: T50	Querungssituation ohne Vorfahrt bei hoher Kfz-Geschwindigkeit (zulässige Höchstgeschwindigkeit 50 km/h). Hier muss der Radverkehr in jedem Fall warten.
Art: T30	Querungssituation ohne Vorfahrt bei niedriger Kfz-Geschwindigkeit (zulässige Höchstgeschwindigkeit 30 km/h). Hier gilt die Rechts-vor-Links-Regelung. Diese Querungen kommen fast ausschließlich in Tempo 30-Zonen vor.
Signal: A	Signalisation erfolgt gemeinsam mit dem Kfz-Verkehr (A: Auto) auf der Fahrbahn an der LSA.
Signal: F	Signalisation erfolgt gemeinsam mit dem Fußverkehr (gleiche Dauer der Grünphase) an der LSA.
Signal: R	Eigene Radverkehrssignalisation an der LSA (eigene Grünphasendauer).

Anmerkungen zu den Tabellen mit Qualitätsmerkmalen:

Mit der Anzahl der Abbiegevorgänge sind in Tabellen und im Folgenden durch die Routenführung erzwungene Fahrtrichtungswechsel gemeint, die eine deutliche Fahrtverlangsamung erforderlich machen – zum Beispiel beim Abbiegen. Nicht mitgezählt werden Richtungswechsel direkt vor einem LSA-Knoten, weil zum Halten an der Ampel ohnehin ein Abbremsen erforderlich ist und keine zusätzliche Fahrtverlangsamung erfolgt. Alle Streckenlängen sind per Vermessung in Google Earth ermittelt. Ausnahmen sind mit "GPS" gekennzeichnet – diese Streckenlängen wurden von der GPS-Aufzeichnung übertragen. Die experimentell ermittelte Abweichung der von GPS- und Google Earth-ermittelten Streckenlängen liegt bei nur 2-4 %. Der Umwegfaktor ist die durchschnittliche Streckenlänge aus Hin- und Rückweg geteilt durch die Luftlinienstreckenlänge. Falls vorhanden, sind zusätzliche Ergebnisse aus Fahrzeitmessungen angegeben, um das Variationsspektrum darzustellen. Diese sind nicht immer bei der Berechnung der Raumdurchlässigkeit verwendet worden, weil sie nicht immer zwingend unter der Standardbedingung mit Zielgeschwindigkeit 20 km/h entstanden sind und manchmal besonders zeitraubende Zufallsbegegnungen oder leichte Sperrzeitverletzungen enthalten.

Anmerkungen zu Tabellen der Konkurrenzfähigkeit (Fahrzeitvergleich von Radverkehr, Nahverkehr und MIV):

Für den Nahverkehr werden ein Fußweg von 5 Min, was etwa 300 m Fußweg entspricht, die durchschnittliche Wartezeit am Startpunkt ($=1/2 * \text{Zugfolgezeit}$) und die Dauer des Fußweg aus dem Haltestellenbereich hinaus bzw. zum Ziel als "Zu- und Abgangszeit" summiert. Für die Fahrt mit dem Auto werden 5 Min Zugangszeit und 5 Min Abgangszeit angenommen. Dies schließt den Weg zum Auto und das Ausparken ein. Eine am Zielort womöglich erforderliche Parkplatzsuche und auch Parkgebühren werden demnach nicht berücksichtigt. Dem Fahrrad werden je 2 Minuten Zu- und Abgangszeit zugeteilt, da es in der Regel dichter am Start und Ziel abgestellt werden kann und Ein- und Ausparken keine Zeit erfordern. Dafür ist das Lösen und Anbringen des Schlosses aufwändiger als Öffnen und Schließen eines PKW. Die Kostenberechnung von Auto und Fahrrad basiert auf der steuerlichen Abschreibungspauschale (Dienstreisepauschale) von 0,05 €/km fürs Fahrrad und 0,30 €/km für den PKW. Die Benzinkosten entsprechen der Googlemaps-Angabe mit einem zu Grunde gelegten Benzinpreis vom 25.10.2012. Die Fahrzeit fürs Auto ist die von Google Maps zur Hauptverkehrszeit angegebene tatsächliche Fahrzeit (abgerufen 08:00-08:05 am Freitag, den 26.10.12). Auf dieser Grundlage sind alle Vergleiche aus den Tabellen für Konkurrenzfähigkeit errechnet.

Formelzeichen:

a	Beschleunigung [m/s ²]	s	Strecke [m]
E	Energie [J]= [kg*m ² /s ²]	t	Zeit [s ²]
F	Kraft [N] = [kg*m/s ²]	v	Geschwindigkeit [m/s]
m	Masse [kg]		

1. Einleitung

1.1. Problemstellung

Die Bedingungen für den Radverkehr in Hamburg liegen sehr weit hinter ihren Möglichkeiten zurück. Viel Potential wurde noch nicht erschlossen.

Hamburg hat sich über viele Jahrzehnte unter dem Leitbild der autogerechten Stadt entwickelt und dabei vor allem den Radverkehr stark vernachlässigt. Viele Radwege sind alt und in schlechtem Zustand, zu eng, überparkt oder völlig unbenutzbar. In vielen Stadtteilen macht Radfahren nur wenig Spaß. Mit 12,5 % Radverkehrsanteil (2009) gibt es im Verkehrsbereich eine große Divergenz zwischen dem erklärten Anspruch und der Außendarstellung der Stadt ("Umwelthauptstadt Europas 2011") der Realität. Dem Ziel, den Radverkehr als ökologische Mobilitätsform zu fördern, sind bisher wenig Taten gefolgt. Es herrscht Einigkeit darüber, zur Reduktion von Verkehrsemissionen und Staus mehr Autofahrerinnen zum Umsteigen auf das Fahrrad bewegen zu wollen, und darüber, dass hierfür die Radverkehrsanlagen verbessert werden müssen. Was in vielen anderen Städten in der Radverkehrsförderung bereits gelang, steht in Hamburg immer noch aus: ein großer Wurf von maßgeblichen Verbesserungen, die das Radfahren spürbar erleichtern und das Vorankommen in der Stadt beschleunigen – wie den Ausbau eines Schnellstraßennetzes für den Radverkehr.

Das in Hamburg erstmalig bereits 1995 definierte und geplante Netz aus Alltagsfahrradrouten, den Velorouten, ist bisher in der Bevölkerung nicht hinreichend bekannt und kaum ausgebaut. Nur einzelne Abschnitte wurden bislang baulich realisiert oder saniert und weisen eine gute Radverkehrsführung auf. Insgesamt sind die Velorouten und im Straßenraum nicht durchgängig als solche erkennbar. Das einzig einheitliche der Radverkehrsanlagen ist, dass sie uneinheitlich sind. Nicht nur baulich lassen die praktisch nur auf dem Papier existierenden Velorouten zu wünschen übrig – auch die Routenführung ist noch nicht optimiert. So bietet es an vielen Stelle erhebliche Reisezeitvorteile und mehr Komfort, die Velorouten nicht zu nutzen und auf andere Strecken auszuweichen.

Es ist wichtig, dass der Ausbau des Veloroutennetzes mit größeren Schritten als bisher voran geht. Die Routenführung muss überarbeitet, Problemstellen müssen identifiziert und Lösungen hierfür geplant werden. Mit dieser Arbeit will ich einen Beitrag dazu leisten.

1.2. Zielsetzung und Methodik

Ich werde im folgenden untersuchen, wie die ausgewählten Velorouten 5 und 6 aufgewertet werden können, wobei der Schwerpunkt auf der grundlegenden Optimierung der Routenführung liegt. Für die Bewertung der Velorouten und den Vergleich von Alternativrouten habe ich Verfahren entwickelt und angewendet, mit denen sich die ausgewählten Merkmale der Bodenbelagsqualität und der Erschließungsqualität praxistauglich ermitteln und bei der Entscheidung berücksichtigen lassen. Mit dem Vorschlag für die Definition eines Standards für urbane Radschnellwege, dem "Hamburger Radschnellweg", möchte ich die Diskussion um konkretere Ziele und Qualitätsanforderungen des Veloroutenausbaus in Hamburg anregen. Ich werde die Routen auf ihr Potential als "Hamburger Radschnellweg" kurz analysieren, dabei aber nicht auf alle erforderlichen Verbesserungsmaßnahmen eingehen.

Zuerst werde ich in Abschnitt 2 die Rahmenbedingungen der Radverkehrsförderung in Hamburg, unter denen die Velorouten entstanden sind und weiter ausgebaut werden, skizzieren. Dann stelle ich kurz das Hamburger Veloroutennetz und die drei in dieser Arbeit behandelten Routenabschnitte vor.

In Abschnitt 3 stelle ich urbane Radschnellwege per Definition vor und zeige mittels Best-Practice-Beispielen, mit welchem Niveau sie in der Praxis realisiert werden können. Ich werde eine Definition für einen Hamburger Radschnellweg geben, der eine vereinfachte Variante der internationalen Vorbilder ist, dafür aber konkrete und prüfbare Mindeststandards kennt.

In Abschnitt 4 stelle ich kurz die drei von mir entwickelten Verfahren zur Qualitätsbeurteilung der Velorouten vor. Zur vergleichbaren Bewertung der Bodenbelagsqualität gibt es das Quantifizierungs- und das Energieverfahren. Beim Quantifizierungsverfahren werden Einstufungen von Bodenart und -zustand aus einer Sichtbeurteilung mittels Rangnummern in Zahlen umgewandelt. Beim Energieverfahren wird ein Beschleunigungssensor bei einer Befahrung am Messfahrrad mitgeführt und mit Hilfe einer von mir entwickelten Auswertungssoftware die den registrierten Erschütterungen entsprechende Energie ausgerechnet. Per GPS-Synchronisation können die erschütterungsbedingten Energieverluste somit dem zugehörigen Streckenabschnitt und Bodenbelag zugeordnet und in Google Earth visualisiert werden. Das dritte Verfahren dient der Bestimmung der Erschließungsqualität. Mit ihm lässt sich durch automatisierte Auswertung von in Papierform vorliegenden Einwohnerdichtekarten mittels Bilderkennungstechnologie ermitteln, wie viele Einwohnerinnen im Einzugsgebiet der Route wohnen.

Danach beginnt der Planungsteil, in dem ich die Velorouten unter Anwendung der Qualitätsbeurteilungsverfahren analysiere und geeignete Aufwertungen entwickle. In jedem Abschnitt (5-8) bearbeite ich einen Routenabschnitt (Velo 5 West, Velo 5 Ost, Velo 6 und die gemeinsame Alsteroute). Er beginnt jeweils mit einer umfangreichen Bestandsaufnahme, dann folgt die Qualitätsbeurteilung, bei der ich auch beispielhaft Fahrzeitvergleiche mit Auto und Nahverkehr anstellen und

auf das Potential der Route als Hamburger Radschnellweg eingehen werde. Im Anschluss diskutiere und plane ich Alternativrouten und Aufwertungslösungen.

In Abschnitt 9 beschreibe ich flankierende Maßnahmen, die zur Aufwertungen aller Velorouten geeignet sind. Im letzten Abschnitt 10 fasse ich die Ergebnisse in einem kurzen Fazit zusammen und liste weiteren Untersuchungs- und Entwicklungsbedarf auf.

Der Schwerpunkt der Arbeit liegt auf dem planerischen Teil der Veloroutenaufwertung – der Abschnitt über die Verfahren zur Qualitätsbeurteilung sowie der definitorische Teil der Radschnellwegdiskussion fallen somit recht kurz aus. Die Velorouten lassen sich am besten aufwerten, indem die Routenführung zunächst optimiert wird. Daher habe ich im Planungsteil hierauf den Schwerpunkt gelegt und jeweils einen umfangreichen Qualitätsvergleich von Alternativrouten angestellt. Der Anspruch ist jedoch nicht, eine detaillierte Planung zu entwerfen, da dies den Rahmen der Arbeit übersteigt. Ich lege den Fokus daher beispielhaft auf ausgewählte Stellen, an denen eine Aufwertung besonders wichtig ist und gute Realisierungsbedingungen bestehen. Ich werde meine Entwürfe nicht nur in Textform erklären, sondern mit Fotomontagen visualisieren. Die Abbildungen sollen in erster Linie einen Eindruck vermitteln und sind daher nicht maßstäblich. Eine Detailplanung ist in jedem Falle zusätzlich notwendig, kann aber hier nicht geleistet werden.

Alle Abbildungen mit Draufsicht-Perspektive sind genordet – daher habe ich auf eine zusätzliche Nord-Kennzeichnung auf den Luftbildern verzichtet. Zur besseren Übersicht und Lesbarkeit sind alle Abbildungen auf den maximalen Druckbereich vergrößert und unterliegen somit keinem festen Maßstab. Ich empfehle die Karte "Hamburgs Fahrradrouten" oder die von mir auf der DVD mit der digitalen Fassung bereitgestellten Google Earth-Layer mit den Routenverläufen begleitend zur Lektüre dieser Ausarbeitung zur Hand zu nehmen, um den genauen Routenverlauf und die Straßennamen nachschlagen zu können. Außerdem enthalten die Google Earth-Layer alle Problemstellen mit Kurzbeschreibung, alle Querungen und LSA mit Freigabe- und Umlaufzeiten, die Alternativroutenverläufe und ein Beispiel für eine Erschütterungsmessung.

Da dies eine interdisziplinäre Arbeit ist, werde ich auch den Forschungsstand der Gender-Wissenschaft berücksichtigen. Aus Rücksicht auf die Leserinnen und Leser, die sich jedoch mit dem großgeschriebenen "Binnen-I" zur gemeinsamen Nennung von Männern und Frauen bisher nicht angefreundet haben, werde ich das "Binnen-I" klein schreiben. Wenn nur die weibliche Form verwendet wird, ist immer auch die männliche Form gemeint.

2. Radverkehr in Hamburg

2.1. Radverkehrsförderung

Verwaltungsorganisatorisch ist auf städtischer Ebene die Radverkehrsplanung beim Amt für Verkehr Abteilung Verkehrsentwicklung Referat für Stadtverkehr und Umweltschutz beim Sachgebiet Nichtmotorisierter Verkehr eingegliedert. Die Planungsverantwortung beschränkt sich jedoch auf städtische, bezirksübergreifende Radverkehrsverbindungen wie die Velorouten. Innerbezirkliche Radverkehrsanlagen werden von den Bezirken eigenverantwortlich geplant. Hierfür können die Bezirke jedoch städtische Fördergelder abrufen, z.B. auch für den Entwurf und die Umsetzung von Fahrradkonzepten¹.

Für alle Planungen liegen die Regelungen der Straßenverkehrsordnung StVO, der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrsordnung VwV-StVO, des technischen Regelwerkes Empfehlungen für Radverkehrsanlagen ERA zu Grunde. In Hamburg sind außerdem die Planungshinweise für Stadtstraßen PLAST Teil 9 zu Radverkehrsanlagen und die Entwurfsrichtlinien der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt zu berücksichtigen.

Das jeweils aktuelle Arbeitsprogramm des Senates gibt die Ausrichtung der Radverkehrsförderung vor. Die Schwerpunkte sind momentan die Weiterentwicklung der Radverkehrsstrategie für Hamburg und der Instandsetzung und Optimierung des Radnetzes, wobei die Hauptzielgruppe aus Berufs- und Schülerinnenradverkehr sowie Besorgungsverkehr besteht.

Die "Radverkehrsstrategie für Hamburg" wurde 2006/07 von einem Gremium aus Verwaltung, Verbänden und den Parteien aus der Hamburger Bürgerschaft, dem "Fahrradforum", erarbeitet und 2008 vom Senat beschlossen. Sie hat u.a. die Ziele, den Radverkehrsanteil von 9 % (2002) auf 18 % bis 2015 zu erhöhen, das Veloroutennetz auszubauen, das Fahrradklima zu verbessern und die Verkehrssicherheit zu erhöhen. Alle zwei Jahre gibt es einen Fortschrittsbericht².

2009 konnte bereits ein Radverkehrsanteil von 12,5 % registriert werden, obwohl kaum Maßnahmen umgesetzt wurden. Der allgemeine Radverkehrsanstieg durch Fitness-Trend, Pedelec-Boom, steigenden Benzinpreis, das Abnehmen des Privatautomobils als Statussymbol, steigendes Umweltproblembewusstsein und zunehmende Verkehrsprobleme in den wachsenden Städten findet offensichtlich auch in Hamburg statt. Der aktuelle Senat hat das Ziel herabgesenkt, indem der bisherige Termin 2015 für das Erreichen von 18 % verworfen wurde. Außerdem werden die Radverkehrsfördermittel nicht erhöht und konnten bislang nicht vollständig ausgegeben werden, da die

¹ BWVI 2012

² BSU 2012

personellen Kapazitäten knapp bleiben und keinen Spielraum bieten, die Umsetzung der Radverkehrsstrategie zu beschleunigen³.

Durch den mangelnden politischen Umsetzungswillen sind also keine großen Sprünge im Ausbau der Radinfrastruktur zu erwarten – aber der Veloroutenausbau behält seine hohe Priorität und geht Schritt für Schritt voran.

2.2. Velorouten

Velorouten sind innerstädtische Routen, auf denen der Radverkehr schnell und komfortabel auch längere Strecken überwinden kann. Sie schaffen im Alltag einen hohen Anreiz für Radfahrten zur Arbeit und bieten somit eine Alternative zum MIV. Dafür werden sie möglichst umwegfrei geführt, ermöglichen durch guten Belag und ausreichende Breite hohe Reisegeschwindigkeiten (25-30 km/h) und verringern durch ein Minimum an Interaktionsflächen mit Kfz oder Fußgängern und den Vorrang an Knoten die Anzahl reisezeitverlängernder Fahrtunterbrechungen. Durch geringes Kfz-Aufkommen in Nebenstraßen, Streckenführung an Grünflächen, aber vor allem eine gute Ausschilderung, wird die Attraktivität zusätzlich gesteigert⁴.

Bereits 1995 definierte die Hamburger Baubehörde ein Netz aus 11 radialen und 2 tangentialen Radverkehrsverbindungen, die einen bezirksübergreifenden Alltagsverkehr aufnehmen und damals hauptsächlich über Tempo 30-Zonen abwickeln sollten, um den Radverkehrsanteil zu steigern, ohne Kfz-Verkehr auf den Hauptstraßen einzuschränken. 1999 wurde von der Planungsgemeinschaft Hannover im Auftrag des Senats das "Velorouten-Netzkonzept" erarbeitet⁵. Im Gegensatz zu den seit 1983 von der Umweltbehörde geplanten und abschnittsweise ausgebauten oder beschilderten Freizeitrouten liegt die Zielgruppe für diese Strecken eindeutig bei Berufspendlerinnen. Bis 2001 wurden jedoch erst einzelne Routen teilweise ausgebaut oder nur ausgeschildert. 2002 stellte der Senat das Veloroutenprogramm ein und berief den Fahrradbeauftragten ab. Nachdem die Velorouten zwischenzeitlich in Alltagsrouten umbenannt und im Kartenset "Hamburgs Fahrradrouten" veröffentlicht wurden, griff der Senat sie 2008 mit Klimaschutzabsichten in der Hamburger Radverkehrsstrategie wieder auf⁶.

Das Hamburger Veloroutennetz umfasst bis heute 14 Alltagsrouten mit 280 km Gesamtlänge – davon 12 Radialrouten (Nr. 1-12) ins Stadtzentrum und zwei Ringverbindungen oder Tangentialrouten (13 und 14) (siehe Abb. 1 auf S. 13).

Außerdem existieren 14 Freizeitrouten – hier werden jedoch nur die Alltagsrouten betrachtet und im Folgenden Velorouten genannt, weil die touristischen und für Erholung und Erlebnisreisen ge-

³ Balasko et al. 2012

⁴ ADFC 2012, <http://www.hamburg.adfc.de/verkehr/themen/velorouten/bahn-frei-fuer-radler-auf-den-velorouten/>

⁵ ADFC 2012, <http://www.hamburg.adfc.de/verkehr/themen/velorouten/bahn-frei-fuer-radler-auf-den-velorouten/>

⁶ Böh 2008

fürten Freizeitrouten z.B. die Anforderung einer hohen Raumdurchlässigkeit durch Umwegfreiheit, wenig Fahrtunterbrechungen und hohe Reisegeschwindigkeit nicht erfüllen müssen. Bislang sind nur einzelne Routen ausgeschildert und nur einzelne Streckenabschnitte baulich aufgewertet worden.

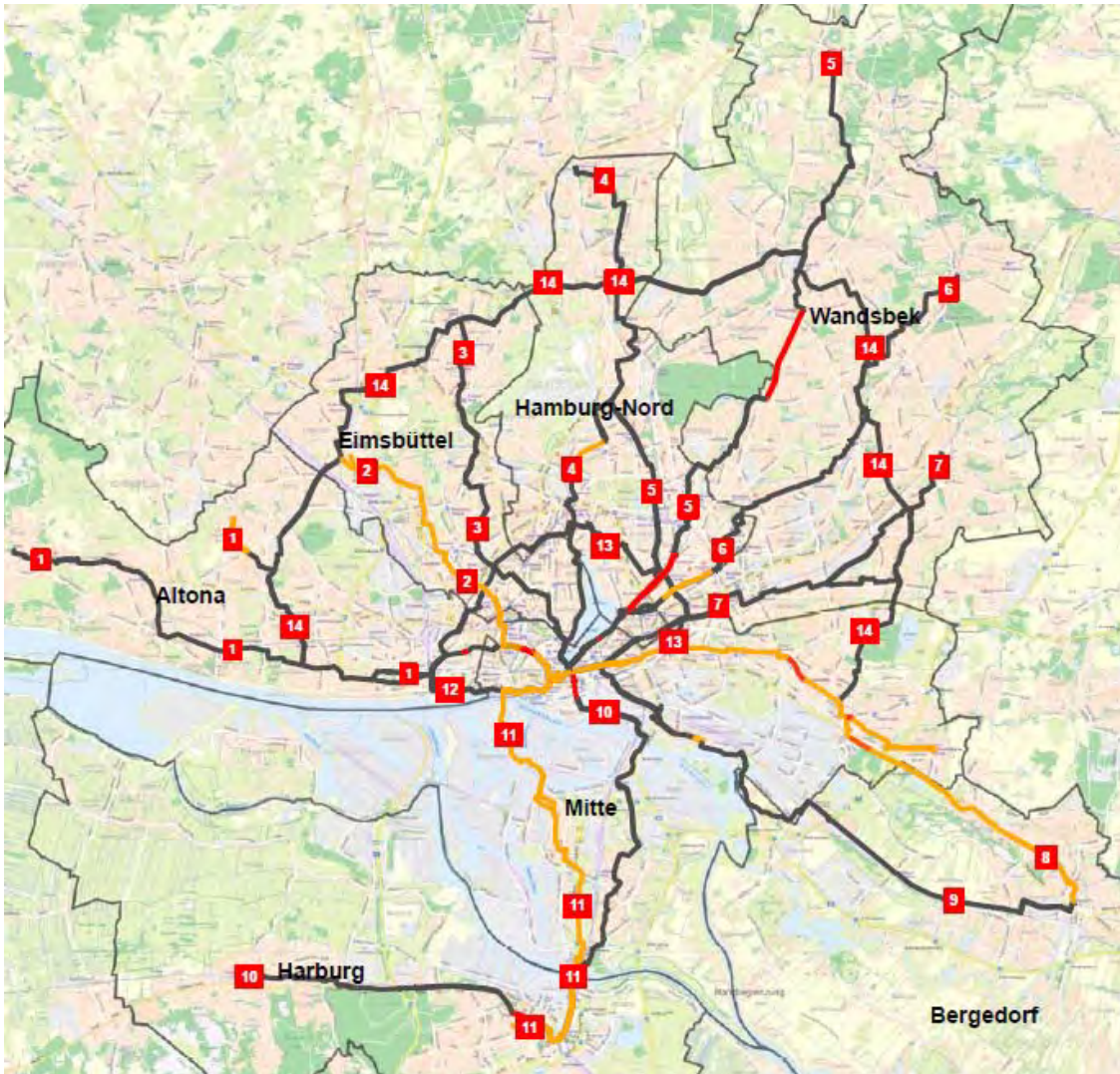


Abb. 1: Velorouten in Hamburg mit Maßnahmen seit 2007 (rot: fertig gestellte Maßnahmen 2007-2010, orange: geplante Maßnahmen 2011-2012)⁷

Die in dieser Arbeit genauer betrachteten radialen Velorouten 5 und 6 sind nicht durchgängig problemlos und bequem befahrbar. Die Routenführung widerspricht in einigen Abschnitten deutlich dem Anspruch einer möglichst kurzen und schnellen Route und somit ebenfalls der intuitiven Routenwahlentscheidung der Radfahrerinnen. Sie sind für den Berufsverkehr gedacht und erschließen einen breiten Korridor im Nordwesten Hamburgs (Fuhlsbüttel, Barmbek, Poppenbüttel, Bramfeld, Wandsbek u.a.) aus dem sie den Radverkehr bündeln und in die Innenstadt führen sollen. Die Veloroute 5 hat zwei Äste – eine westliche Teilstrecke, die im Norden am Suhrenkamp (Schnittpunkt mit Route 4) südöstlich des Flughafens beginnt und eine östliche Teilstrecke, die im Norden in Duvenstedt beginnt, hier aber erst ab der S-Bahn Haltestelle Poppenbüttel betrachtet wird. Ost- und Weststrecke treffen sich an der Hamburger Straße, wo sie verbunden weitergeführt

⁷ BSU 2011

werden. Die Veloroute 6 beginnt an der U-Bahn Haltestelle Volksdorf (Schnittpunkt mit Tangentialroute 14), wird hier jedoch nur ab der U-Bahn Haltestelle Wandsbek-Gartenstadt betrachtet – die schwache türkisfarbene Linie deutet den weiteren Verlauf Richtung Volksdorf an.

Die beiden Äste der Veloroute 5 haben also einen gemeinsamen Streckenabschnitt von Hamburger Straße über Mundsburger Damm bis zur Mundsburger Brücke. Veloroute 5 und 6 verlaufen von der Mundsburger Brücke an südlicher Außen- und Binnenalster bis zum Ziel am Rathausmarkt auf einer gemeinsamen Strecke. Daher werden im Folgenden die Veloroute 5 Oststrecke, Weststrecke, Veloroute 6 und der gemeinsame Alsterstreckenabschnitt einzeln betrachtet.

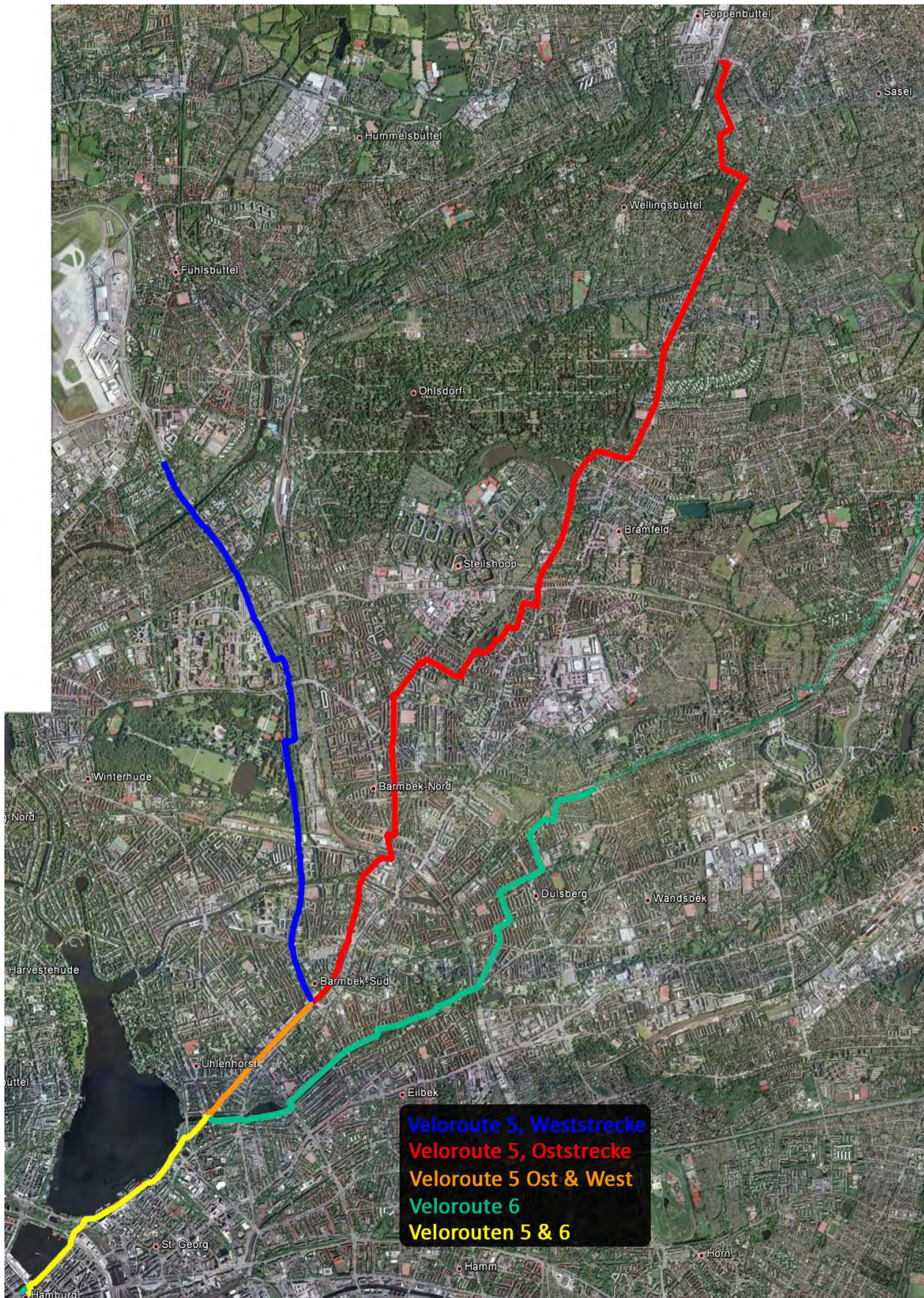


Abb. 2: Die untersuchten Velorouten 5 und 6 laufen aus dem Nordwesten an der südlichen Außenalster zusammen und enden alle in der Innenstadt am Rathausmarkt. Vom nördlichsten Punkt der Veloroute 5 Ost an der S-Bahn Poppenbüttel bis zum südlichsten Punkt der Velorouten 5 und 6 am Rathausmarkt liegen 13 km Luftlinie, was hier ca. 1 Std. Fahrradfahrt bei ca. 20 km/h entspricht.

3. Definition des Hamburger Radschnellwegs

3.1. Urbane Radschnellwege

Der Begriff Radschnellweg

Radschnellwege sind nicht in der STVO definiert. Der Begriff bezeichnet allgemein Alltagsradwege, die sich analog einer Autobahn für PKW durch Komfort sowie Energie- und Reisezeitoptimierung besonders für Berufspendlerinnen im Stadtumfeld eignen. Sie sollen den Radverkehr als Alternative zum MIV auch über größere Distanzen stärken und dadurch den Modal Split zu Gunsten des Fahrrads verändern⁸.

Der Begriff wurde vom niederländischen "fietsnelweg" als Abwandlung des "autosnelweg", wie die Autobahnen in den Niederlanden heißen, wortwörtlich übernommen und hat dadurch seine etymologische Parallele eingebüßt⁹. Verständlicher könnten die Wege in Deutschland also "Fahrradautobahnen" genannt werden, was jedoch semantisch ebenso ungeschickts wäre wie der umgangssprachliche Begriff des "Busbahnhofes". Mit "Fahrradbahn" würde wiederum die Assoziation des Transportes von Fahrrädern in einem Zug provozieren. Daher halte ich Radschnellweg für den besten Begriff.

Eigenschaften von Radschnellwegen

Wie bereits erwähnt, ist der Radschnellweg im Gesetz und in den Regelwerken noch nicht genau definiert. Daher lassen sich nur relative, auszulegende Eigenschaften aufzählen:

1. Ausreichend breiter Fahrweg, der Sicherheit auch bei hohen Reisegeschwindigkeiten bietet und Manöver wie z.B. das Überholen von mehrspurigen Fahrrädern ermöglicht.
2. Energieeffizienter und komfortabler Fahrbahnbelag, der bei geringem Kraftaufwand hohe Reisegeschwindigkeiten ermöglicht.
3. Unterbrechungs- und umwegfreie Führung zur Optimierung der Reisezeit.
4. Ausschilderung und einprägsame Kennzeichnung zur Identifizierung und optischen Aufwertung
5. Garantierte Befahrbarkeit durch Beleuchtung, Winterdienst, Instandhaltung und physische Barrieren gegen Blockaden durch ruhenden Verkehr.

Das Fernhalten von Fußverkehr ist selbstverständlich, da eine Nutzungsmischung von Fahrverkehrsflächen wie Radwegen und Aufenthaltsflächen wie Gehwegen unumstritten nicht konfliktfrei und sicher möglich ist und den Radverkehr maßgeblich verlangsamt. Shared Space als Sonderform einer gemischten Verkehrsfläche stellt eine funktionierende Ausnahme im Nahbereich da, die je-

⁸ Wikipedia "Radschnellweg"

⁹ ADFC 2012, <http://adfc-blog.de/2012/01/radschnellwege-was-ist-das-und-was-bringt-es-uns/>

doch Entschleunigung und erhöhten Beachtungsaufwand mit sich bringt, was dem Ziel einer Radverkehrsbeschleunigung für lange Strecken entgegensteht.

Probleme der Einrichtung von Radschnellwegen im urbanen Bereich:

Radwege im Qualitätsstandard von Radwegschnellwegen werden bislang am häufigsten als touristische Städteverbindungen außerorts und bisher noch selten innerorts ausgebildet. Dies erklärt sich hauptsächlich mit der schwierigeren politischen Durchsetzbarkeit in der Stadt, der hier sich hier viel mehr Probleme auf tun als im peripheren Umfeld:

1. Große Konkurrenz um geringes Flächenangebot durch verschiedene Anforderungen an den städtischen Raum (Beispiele für Anforderungen und Nutzungen von urbanen Flächen: Aufenthaltsqualität für Fußgänger, Umfeldsqualität für Anwohner, Abstellmöglichkeiten für MIV, effiziente Versorgungsinfrastruktur durch zugängliche Installationsstandorte [Entsorgung, Gebäudeanschlüsse, Löschwasserzugang, Versorgungsleitungen], Luft- und Umweltqualität durch Naturraum und Biotopverbund, energieeffizienter, zeitoptimierter, sicherer und stressfreier Durchgangs- und Zielverkehr für MIV, Nahverkehr, Radverkehr und Fußverkehr).
2. Die Verkehrsinfrastruktur wurde in vielen Städten baulich über Jahrzehnte für den MIV optimiert und erfordert teure Umbauten zur Verbesserung des nicht-motorisierten Verkehrs.
3. Autofreundliches Klima durch jahrzehntelange Habitualisierung der Autofahrerinnen und eine wirtschaftsstarke und etablierte Lobby erschweren es der Politik, im Flächenstreit den großen Verkehrsraum durch Reduktion der vom MIV beanspruchten Flächen angemessen aufteilen zu können.
4. Viele unvermeidliche Unterbrechungen an Knoten durch zahlreiche querende Verbindungsstraßen.
5. Problem der Vorfahrtsicherung durch einmündende Erschließungsstraßen.
6. Viel Fußverkehr mit Nahbereichszielen, der Radverkehrsanlagen überquert.

Bei touristischen Radwegen auf dem Land, wie beispielsweise die hochwertigen Fahrradstraßen und asphaltierten Radwege durch den Spreewald, treten diese Probleme nicht auf. Dort ist es einfach, einen hohen Qualitätsstandard im Sinne eines Radschnellweges zu realisieren. Daher betonte ich so deutlich, dass ich mich in meinen Betrachtungen auf *urbane* Radschnellwege beschränke.

3.2. Beispiele für urbane Radschnellwege

Kopenhagen

Der Radverkehrsanteil in Kopenhagen/Dänemark liegt insgesamt bereits bei 35 %. Auf Wegen unter 5 km liegt er sogar bei 59 %, sinkt aber bei Entfernungen über 5 km auf 20 % ab. Um den Radverkehrsanteil auf längeren Strecken zu erhöhen, sollen Radschnellwege die Radfahrerinnen beschleunigen, um die Reichweite bei gleichem Zeitbudget zu erhöhen. Seit 2009 arbeitet die Stadt Kopenhagen gemeinsam mit 18 Umlandsgemeinden an der Planung und Realisierung eines Rad-

schnellwegenetzes. Dabei handelt es sich durch 8 Tangentialverbindungen tatsächlich um ein Netz und nicht bloß Radialen ins Umfeld. Die insgesamt 26 geplanten Radschnellwege zur Verbindung der Umlandsgemeinden mit Kopenhagen und wichtigen Quelle-Ziel-Relationen im Stadtgebiet mit 300 km Gesamtlänge sind mit 55,3 Mio Euro (einfache Variante) bis 117,3 Mio. Euro (komfortable Variante) veranschlagt – pro Kilometer also weniger als 400.000 Euro. Dafür werden reduzierte gesellschaftliche Kosten z.B. im Gesundheitswesen von 40 Mio. Euro jährlich erwartet. Der erste, 17 km lange Abschnitt wurde April 2012 eingeweiht¹⁰, zwei weitere Teilstrecken werden noch bis Ende 2012 fertiggestellt. Erwartet wird eine Radverkehrszunahme um 20 % auf den Strecken – in London konnte ein ähnliches Vorhaben auf einzelnen Strecken 200 % Zuwachs verzeichnen. Diese Erwartung ist realistisch: von den 80 % in Deutschland, die ihren Weg zur Arbeit weniger als "häufig" mit dem Fahrrad antreten geben 46 % an, dass die Strecke zu weit und 21 % dass sie fürs Fahrrad ungeeignet sei¹¹. Die Verbesserung der Raumdurchlässigkeit durch höhere Fahrgeschwindigkeit und weniger Unterbrechungen verspricht Abhilfe. Der größte Zuwachs wird im Schul- und Berufsverkehr bei 5-20 km Fahrstrecke erwartet.

In Kopenhagen werden Radschnellwege "Cykelsuperstier" (Cycle Super Highway auf englisch) nach den obersten Prinzipien der direktesten Verbindung und den wenigsten Stopps geplant. Die unterbrechungsfreie Fahrt wird vor allem durch die Einrichtung einer Grünen Welle für Radfahrer bei 20 km/h erreicht. Der Belag ist grundsätzlich glatter Asphalt und eine einprägsame Farbmarkierung begleitet die ganze Strecke. Der Radschnellweg ist außerdem mit öffentlichen Fahrradpumpen entlang der Route ausgestattet. In Kopenhagen wird von einem Radschnellweg eine durchgängig hohe Qualität auf dem gesamten Weg erwartet. Schneeräumung und Straßenreparatur erfolgt prioritär¹². Die konsequente und umfassende Radverkehrsförderung in Kopenhagen hat die Stadt zum internationalen Vorbild erhoben – "copenhagenize" (kopenhagensisieren) wird Synonym für fahrradfreundliche Stadtumgestaltung.

London

In London wurden 2008 12 radiale Radschnellwege (Cycle Superhighways) geplant. Bis 2012 wurden davon bereits 4 Routen ausgebaut – teils gegen starke Kritik. Sie tragen den Titel "Barclay's Cycle Superhighways", weil die britische Großbank Barclay's als Sponsor beteiligt wurde. Sie war ebenfalls Großsponsor mit



Abb. 3: Barclay's Cycle Superhighway: ein Radschnellweg in London.

¹⁰ Breitinger 2012

¹¹ Reidl 2012

¹² Cykelsuperstier 2012, <http://www.cykelsuperstier.dk/concept>

ca. 31 Mio Euro und somit Namensgeber für das städtische Leihfahrradsystem "Barclay's Cycle Hire"¹³. Bis 2015 sollen die restlichen 8 Routen fertiggestellt sein. Die Barclay's Cycle Superhighways sind Radialen ins Zentrum.

Nordbahntrasse Wuppertal

Durch den Flächenbedarf von adäquaten Radschnellwegen bieten sich alte Bahntrassen besonders an. Ein Beispiel hierfür ist die Nordbahntrasse in Wuppertal, wo eine stillgelegte Bahnstrecke in einen 4 m breiten Radschnellweg mit begleitendem Wanderweg umgebaut wird, der dann kreuzungsfrei und völlig eben durch die Stadt führt¹⁴. Die Routenführung ist nicht nur für Freizeitverkehr, sondern auch für Alltagsfahrerinnen günstig. Hier haben fahrradaffine Bürgerinnen die Realisierung eingefordert und dafür nicht nur Spenden gesammelt, sondern helfen sogar bei den Bauarbeiten ehrenamtlich mit. Es scheint jedoch ein Problem zu sein, dass die Initiative von "unten" ausging und es sich nicht um ein Wunschkind der Politik handelt, den es werden immer wieder Probleme gemeldet, die von Verwaltungsseite einfach lösbar sein sollten. Zum Beispiel sind die ehemaligen Eisenbahntunnel noch unbeleuchtet¹⁵ alte Mauersteine in den unsanierten oder unzureichend gesicherten Tunneln drohen herauszufallen¹⁶ und ordnungsrechtliche Aufgaben scheinen dort noch unzureichend ausgeübt zu werden¹⁷.

Diese wenigen Beispiele verdeutlichen, dass es mit dem nötigen Willen prinzipiell gelingen kann, auch für Radfahrerinnen im urbanen Bereich hochwertige Infrastruktur, wie sie seit Jahrzehnten flächendeckend für den motorisierten Verkehr existiert, bereit zu stellen. Es gibt bereits international einige Erfahrungen mit der Lösung der typischen Probleme. Alle bisher erfolgreichen Radschnellwegprojekte haben jedoch gemeinsam, dass sie nicht bloß auf Umbenennung bestehender, guter Radrouten basieren, sondern dass mit maßgeblichen baulichen Aufwertungen hochwertige Wege geschaffen und gut sichtbar gekennzeichnet wurden. 2010 investierte London 140 Mio. Euro in die Radverkehrsförderung – Hamburg dagegen 2,3 Mio. Euro¹⁸. Pro Kopf gab London damit 13 mal so viel Geld für den Radverkehr aus als Hamburg.

¹³ Wikipedia "Barclays Cycle Hire" 2012

¹⁴ Wuppertal Bewegung e.V. 2010

¹⁵ Spiegelhauer 2012

¹⁶ Wuppertaler Rundschau 2012

¹⁷ Melneczuk 2012

¹⁸ BSU 2009

3.3. Definition des Hamburger Radschnellwegs

Um den Prozess unter den aktuellen finanziellen und politischen Bedingungen Hamburgs zu verbessern, schlage ich die präzisere Konkretisierung der Ausbauziele für die urbanen Hamburger Velorouten vor. Da diese Ziele nicht an den Standard der vorbildlichen Radschnellwege aus Kopenhagen, Amsterdam oder London heranreichen, sollte man mit den eigenen, geringeren Anforderungen einen eigenen Standard für den "Hamburger Radschnellweg" definieren.

Der "Hamburger Radschnellweg" ist die Definition des Zielzustandes der urbanen Hamburger Velorouten im vollendeten Ausbauzustand. Er ist standardisiert mit konkreten, nachprüfbaren Kriterien und das Ergebnis des politischen Konsens und des Budgets der Radverkehrsförderung.

Es sind bisher wenig konkrete Anforderungen zum Ausbau der Velorouten formuliert worden – außer, dass Breite und Bodenbelag der Radverkehrsanlagen auf den aktuellen Stand der Technik nach den Regelwerken (also z.B. der ERA) zu bringen sind. Dies sagt jedoch noch nichts über den Zusammenhang und die Qualität des Netzes aus. Alle weiteren Anforderungen sind relativ und reine Auslegungssache: durch Formulierungen wie "soweit sinnvoll", "möglichst gleichmäßig" und "ein hoher Komfort"¹⁹ vermeidet der Fortschrittsbericht überprüfbare Ziele²⁰. Mit der Festlegung von Mindeststandards, die auf den Routen zu realisieren sind, ließen sich schnell und genau Missstände beziffern. Der Veloroutenausbau könnte somit von der Vorgehensweise zuerst dort Verbesserungen zu realisieren, wo sie einfach möglich sind, auf das Prinzip umgestellt werden zuerst dort etwas zu planen, wo es am dringendsten nötig ist, weil die gesetzten Zielgrößen noch nicht erfüllt sind.

Aufgrund meiner Messungen und Qualitätsbeurteilungen der untersuchten Routen und der Einschätzung des Aufwertungspotentials schlage ich die folgenden Kriterien und Zielgrößen für eine zweistufige Realisierung vor (Tab. 1) und stelle sie zur Diskussion. Die genaue Auswahl der Kriterien und die Festlegung der Zielgrößen sollten auf Grundlage von Machbarkeitsstudien und Qualitätsgutachten vom Fahrradforum (siehe S. 11) erarbeitet und evaluiert werden.

¹⁹ BSU 2011, S.6-7

²⁰ ADFC 2012, http://www.adfc.de/7901_1. Laut ADFC lässt auch der neue Nationale Radverkehrsplan 2020 des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung konkrete Zielfestlegungen vermissen.

Mindestanforderungen:	Hamburger Radschnellweg	
	Realisierungsstufe 1 bis 2015	Realisierungsstufe 2 bis 2022
Maximale Wartezeit an Knoten	60 Sekunden	30 Sekunden
Bei 15-20 km/h Fahrtunterbrechung (oder starke Verlangsamung) höchstens alle...	1 km	2 km
Durchgängige Mindest-Fahrwegbreite	1,3 m ²¹	2,3 m ²²
Durchgängige Mindestqualität für Bodenbelag	Gefaste Betonsteine in normalem Zustand (>60 % nach Quantifizierungsverfahren, <17 MJ/(kg*m) nach Energie-	Ungefaste Betonplatten in gutem Zustand (85 %, <12 MJ/(kg*m))
Raumdurchlässigkeit	verfahren >12 km/h	>16 km/h

Tab. 1: Definition der Anforderungen an den "Hamburger Radschnellweg".

Die Vorteile einer solchen konkreten Zieldefinition sind der bedarfs- statt machbarkeitsorientierte Ausbau der Velorouten und eine Schärfung des Problembewusstseins, da sich die Zustände damit in Zahlen ausdrücken und vergleichen lassen. Für die erforderlichen Daten entsteht natürlich ein Bedarf an Erhebungen und Gutachten. Aber auf die Velorouten, die die geforderten Anforderungen bereits erfüllen, kann dann die Bezeichnung "Hamburger Radschnellweg" angewandt werden. Die Kommunikation der Qualitätsmerkmale wird somit einfacher und werbewirksamer, weil durch Zusammenfassung der Radwege in einem Begriff eine starke Vereinfachung stattfindet. Der Titel "Hamburger Radschnellweg" könnte zu einer stärkeren Wahrnehmung der Velorouten als "Premium-Verbindung" bei Radfahrerinnen und in der Öffnetlichkeit führen und dadurch an Attraktivität gewinnen.

Die konkreten Anforderungen geben auch den politischen Lagern Profilierungsmöglichkeiten und tragen durch die transparente Vergleichbarkeit (auch mit Radschnellwegen aus anderen Städten) vielleicht sogar dazu bei, dass die Radverkehrsförderung in Hamburg gestärkt wird.

²¹ Räder mit Fahrradanhänger und mehrspurige Räder können so Engstellen ohne bremsen sicher durchfahren (Empfohlene Lichtraumbreite nach ERA 2010 S. 16 für mehrspurige Räder/Anhänger)

²² Anhänger und mehrspurige Fahrräder können so überall jederzeit von einspurigen Rädern ohne Anhänger überholt werden (Empfohlene Lichtraumbreite nach ERA 2010 S. 16 fürs Nebeneinanderfahren von ein- und mehrspurigen Rädern/Anhängern)

4. Verfahren zur Qualitätsbeurteilung der Velorouten

Zur Beurteilung der Qualität der Velorouten und zum Vergleich von Alternativrouten habe ich mich im Rahmen des limitierten Umfangs dieser Diplomarbeit auf zwei Merkmale konzentriert – die Bodenbelagsqualität und die Erschließungsqualität. Ich habe für beide Merkmale einfache Ermittlungsmethoden entwickelt, die ihre Verwendung zur Qualitätsbeurteilung einfach und praktikabel machen.

4.1. Merkmal Bodenbelagsqualität

4.1.1. Bodenbelagsqualität und seine Bedeutung beim Radfahren

Die Qualität des Bodenbelags ist für den Radverkehr von weit größerer Bedeutung als für den Kfz-Verkehr. Sie ist sicherheitsrelevant, da Radfahrerinnen eine geringere Bodenhaftung und höhere Instabilität beim Fahren haben, sie beeinflusst den Komfort maßgeblich, weil konstruktiv kaum Federung und eine geringere Dämpfung vorhanden sind und sie bestimmt die maximal mögliche Fahrgeschwindigkeit, weil der Energieverlust durch Erschütterungen von der für den Antrieb zur Verfügung stehenden, durch Muskelkraft aufgebracht, Antriebsenergie direkt abgezogen wird.

Energieverbrauch Fahrradfahren
Abhängigkeit von Oberflächenstruktur

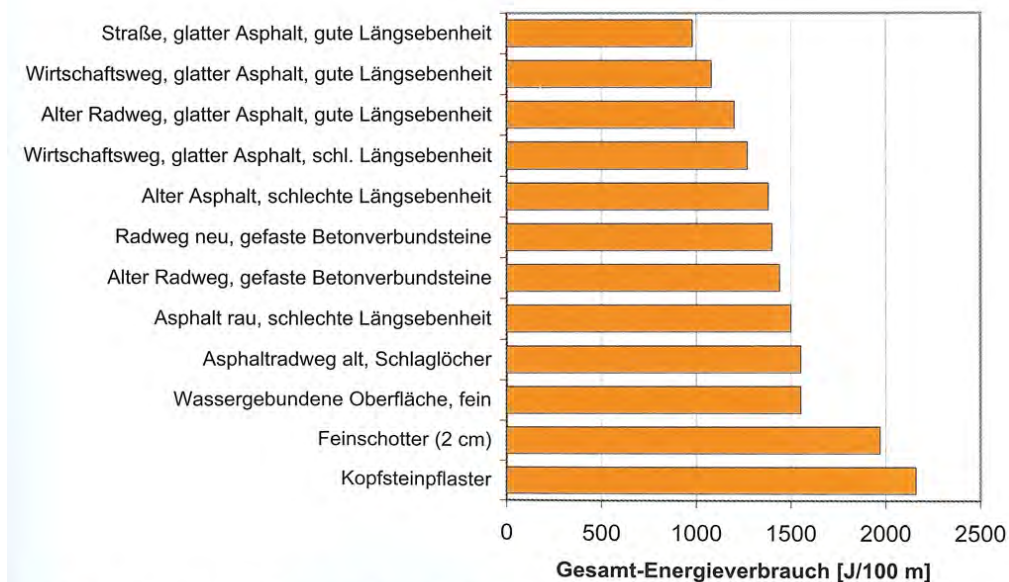


Abb. 17.1. Energieverbrauch beim Radfahren in Abhängigkeit von der Belagsqualität: Die angegebene Energie beinhaltet den gesamten technischen Energieverbrauch, also Rollreibung, innere Reibung des Fahrrads und Luftwiderstand (nicht den biologischen Grundumsatz); nach Teufel (1997), vereinfacht, eigene Darstellung

Abb. 4: Energieverbrauch nach Bodenbelag²³

²³ Meschik 2008

Die Fahrbahnen für den Kfz-Verkehr weisen in der Regel glatten Asphalt mit höchstens vereinzelten Schlaglochsäden auf. Die aus stadhistorischen Gründen noch vereinzelt in älteren Wohnquartieren vorhandenen Kopfsteinpflaster stellen neben einer geringen Fahrtkomfortreduktion für die Kfz durch Vibration vor allem ein Lärmproblem für die Anwohnenden dar. Der Radverkehr hingegen wird in Hamburg bislang noch selten auf der Fahrbahn, sondern noch zumeist über sehr unterschiedliche Radwege auf dem Bordstein geführt. Die Bodenbeläge und vor allem deren Zustände variieren stark, da sie aus unterschiedlichen Jahrzehnten und Planungsverantwortungen stammen und sich vielerorts im unausgebesserten, ihrem Alter entsprechenden Originalzustand befinden. Häufig sind Asphalt, gefaste Betonsteine oder ungefaste Betonplatten anzutreffen. Auf einigen Wegen kreuzen Grundstückszufahrten teils in Kopfsteinpflaster-Ausführung den Radweg und auf kombinierten Rad- und Gehwegen in Grünflächen gibt es wassergebundene Böden.

Durch die geringere Priorisierung des Radverkehr finden seltener umfangreiche Ausbesserungsarbeiten statt. Die häufige Verlegung von Versorgungsleitungen unter den Radwegen macht das partielle Entfernen und Wiederherstellen der Oberfläche erforderlich, was je nach Qualität der Bauausführung zu Versätzen mit dem umgebenen anstehenden Deckbelag führen kann. Neben Frostsprengungen oder Baumängeln sind bei Radwegen noch Baumwurzeln und parkende Autos potentielle Ursachen für eine Beschädigung des Bodenbelags. Der Zustand solcher Radverkehrsanlagen außerhalb des Fahrbahnbereichs ist also besonders gefährdet. Die Ebenheit der Radverkehrsanlagen wird mit der Zeit nicht bloß durch kleine Hügel, sondern auch schroffe, hohe Kanten gestört.



Abb. 5: Verschiedene Pflasterarten treffen im Dulsberg an der Veloroute 6 aufeinander.

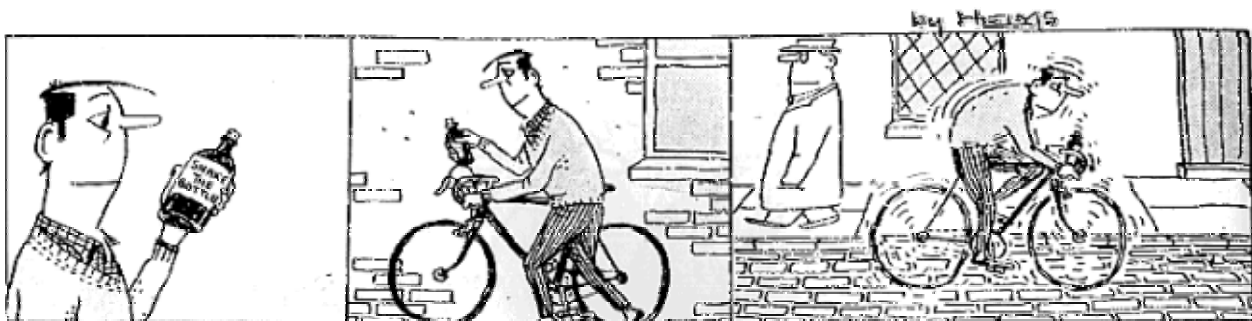


Abb. 6: Comic-Strip über Erschütterungen beim Radfahren.²⁴

²⁴ Helms 2012

Der Einfluss der Qualität des Bodenbelags auf den Radverkehr ist also hoch und seine Morphologie vielfältig. Es ist eine adäquate Methode erforderlich, um bei einer Bestandsaufnahme eine Qualitätsbeurteilung durchführen zu können.

Anforderungen an eine Methode zur Qualitätsbeurteilung sind dabei:

- Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit der Ergebnisse
- ein hohes Maß an Objektivität und Unabhängigkeit vom Planungsziel
- schnelle und einfache Erhebung

In vielen Gutachten findet sich eine qualitative Qualitätsbeurteilung mit diskreter Auswahl nach Sichtbeurteilung wie z.B. gut/mittel/schlecht oder +/0/-. Die Einstufung erfolgt entweder mittels eines abzu prüfenden Kriterienkatalogs, was je nach Umfang und Detaillierungsgrad sehr aufwändig sein kann, oder viel praktikabler durch subjektive Bewertung des Planers, was die Reproduzierbarkeit verschlechtert. Entweder gehen hierbei Art und Zustand kombiniert in die Bewertung ein oder das Merkmal Art wird separat erhoben und bei der Gesamt-Qualitätsbeurteilung nicht berücksichtigt. In beiden Fällen ist das Ergebnis ungenau, da sehr verschiedene Bodenbeläge somit gleiche Einstufungen bekommen können. Dies reduziert die Vergleichbarkeit.

Für diese Arbeit habe ich zwei Methoden entwickelt, die eine höhere Genauigkeit und bessere Vergleichbarkeit ermöglichen. Die erste Methode basiert auf einer qualitativen Beurteilung mit subjektiver Einschätzung, die durch die Kombination von Art und Zustand auf einer Punkteskala zu einer Quantifizierung führt. Ich bezeichne sie im Folgenden als Quantifizierungsmethode. Die zweite Methode ist eine rein quantitative Beurteilung auf physikalischer Grundlage, die auf Erschütterungsmessungen mittels eines Beschleunigungssensors am Fahrrad basiert. Sie wird als Energiemethode bezeichnet.

4.1.2. Quantifizierungsverfahren per Sichteinstufung

Das Quantifizierungsverfahren liegt die Zuordnung des Belags sowie die Einstufung der Qualität in diskreter Auswahl nach Sichtbeurteilung zugrunde. Unter Berücksichtigung des tatsächlichen Energieverbrauchs beim Fahren auf bestimmten Bodenbelägen, wie er in Abbildung 4 dargestellt wird, habe ich die folgende Rangliste (Tab. 2) der Beläge und ihrer Zustände erstellt.

Qualitätswerte der Bodenbeläge:

Art:	Zustand:	Kurzbez.:	Rang:	Qualitätswert:
Asphalt	gut	A +	1	100 %
Asphalt	normal	A O	2	92 %
Betonplatten	gut	BP +	3	85 %
Betonplatten	normal	BP O	4	77 %
Betonsteine, gefast	gut	BG +	5	69 %
Betonsteine, gefast	normal	BG O	6	62 %
Wassergebunden	gut, normal, schlecht	WA +/O/-	7	54 %
Asphalt	schlecht	A -	8	46 %
Betonplatten, ungefast	schlecht	BP -	9	38 %
Betonsteine, gefast	schlecht	BG -	10	31 %
Kopfsteinpflaster	gut	KO +	11	23 %
Kopfsteinpflaster	normal	KO O	12	15 %
Kopfsteinpflaster	schlecht	KO -	13	8 %

Tab. 2: Zuordnung der Bodenbeläge auf Streckenabschnitten nach Art und Zustand zu Qualitätswerten nach dem Quantifizierungsverfahren.

Die Zuordnung aller einzelner Streckenabschnitte erfolgt im Feld per Sichtbeurteilung in diskreter Auswahl nach Art (Asphalt [A], ungefaste Betonplatten oder -verbundsteine [BP], gefaste Betonsteine [BG], wassergebundenem Boden oder Kies [WA], sowie Kopfsteinpflaster [KO]) und Zustand (gut [+], normal [O] und schlecht [-]). Mit "gut" ist hierbei verkürzt überdurchschnittlich oder außergewöhnlich gemeint, also ein auffällig guter Zustand, der die Erwartung eines üblicher Weise anzutreffenden Zustandes übertrifft. Hiermit ist z.B. der Neubauzustand eines mangellosen nach Stand der Technik hergestellten Bodens einzustufen. Ein Kopfsteinpflaster kann so eingestuft werden, wenn es im Vergleich zu anderen Kopfsteinpflastern deutlich weniger Erschütterungen beim Überfahren verursacht – z.B. weil die Steine extrem glatt geschliffen und die Fugen mit einer dämpfenden Bitumenmasse ausgefüllt sind. "Normal" bezeichnet einen durchschnittlichen anzutreffenden und den Erwartungen entsprechenden Zustand eines Weges mit üblichen Gebrauchsspuren und Alterserscheinungen, der jedoch noch gut benutzbar ist und den Fahrkomfort und die mögliche Fahrgeschwindigkeit nicht maßgeblich einschränkt. Mit "schlecht" werden alle Bodenbeläge beurteilt, die erhebliche Schäden aufweisen, die die Benutzbarkeit maßgeblich einschränken und gegenüber der normalen Erwartung negativ auffällig sind.

Wassergebundene Böden werden hierbei aus pragmatischen Gründen in ihrem Zustand nicht unterschieden, weil eine Einschätzung sehr schwierig ist und somit schlecht vergleichbar ist.

Die Bodenbeläge werden also wie in Tabelle 2 in eine Rangliste geordnet und jeweils ein auf 100 % normierter Kehrwert der Rangnummer berechnet nach der Formel:

$$\text{Qualitätswert} = (14 - \# \text{Rangnummer}) / (100/13)$$

Dadurch wird dem besten Bodenbelag, Asphalt in gutem Zustand, der Höchstwert von 100 % zugeordnet; dem schlechtesten Belag, Kopfsteinpflaster in schlechtem Zustand, der niedrigste Wert

von 8 %. 0 % kann also nicht erreicht werden. Diese mit Hilfe der Tabelle durchgeführte Quantifizierung der Qualität erfolgt einzeln für jeden Streckenabschnitt, auf dem Art und Zustand des Bodenbelags gleich bleibend sind. Um die Qualität einer ganzen Route zu quantifizieren, wird ein Durchschnitt aus allen Streckenabschnitten in ihren Längenanteilen errechnet, wie die folgende Tabelle 3 beispielhaft veranschaulicht:

Nr.	Straßennamen:	Art:	Zustand:	Länge l_n [m]:	Rang r_n [1]:	Beitrag des Abschnitts $(l_n/l_{ges}) * ((14-r_n) * (100/13)) =$	
1	Dakarweg	BP	-	70	9		3
2	Gehweg am Asylantenheim	A	-	205	8		10
3	Gehweg am Asylantenheim	BG	-	55	10		2
4	Gehweg unter Brücke Jahnring	A	O	180	2		17
5	Saarlandstieg	A	+	420	1		43
6	Alte Wöhr	A	O	50	1		5
Summe l_{ges} :				980 m		Summe:	79 %

Tab. 3: Anwendungsbeispiel des Quantifizierungsverfahren: Berechnung der durchschnittlichen Bodenbelagsqualität eines Routenabschnitts.

Das gesamte Verfahren läuft demnach wie folgt ab:

1. Befahrung mit Karte

Alle Streckenabschnitte mit gleichen Bodenverhältnissen werden auf der Karte markiert und die zugehörige Art des Bodenbelags sowie die Beurteilung seines Zustandes nach Sicht aufgeschrieben.

2. Tabellarische Erfassung

Allen Streckenabschnitten werden Rangnummern nach Tabelle 2 zugeordnet und ihre jeweilige Länge wird mit digitalen Karten ermittelt. Mit Hilfe der Rangnummern und der Längen werden die Beiträge aller Streckenabschnitte zum gesamten, durchschnittlichen Qualitätswert der Route summiert.

Vorteil der Quantifizierungsmethode ist, dass sich die Ergebnisse verschiedener Routen gut vergleichen lassen. Der Bezug auf 100 % für den bestmöglichen Bodenbelag einer Radverkehrsanlage macht dabei zugleich das vorhandene Verbesserungspotential auf der Route sofort deutlich.

Das Problem dieser Methode liegt in einer gewissen Ungenauigkeit durch die subjektive Einschätzung des Zustands. Die Verwendung einer Rangliste vereinfacht die Qualitätsunterschiede der Bodenbeläge untereinander auf gleiche Stufen zwischen ihnen. Der Qualitätsunterschied zwischen gefasteten Betonsteinen in gutem Zustand und ungefasteten Betonsteinen in normalem Zustand ist mit einer Stufe demnach genau so groß wie der Qualitätsunterschied zwischen gefasteten Betonsteinen in schlechtem Zustand und einem Kopfsteinpflaster in gutem Zustand. Auch wenn die Reihenfolge in der Rangliste auf der Energiebetrachtung beruht, ist sie nicht unstrittig und subjektiv beeinflusst. Die per Sichteinstufung erfassten Streckenabschnitte können in der Summe experimentell bestimmt bis zu 7 % kürzer als die tatsächliche Fahrstrecke sein. Dies liegt daran, dass ich

zur Vereinfachung sehr kurze Abschnitte und z.B. die Fahrbahnen bei der Überquerung von Straßen nicht extra berücksichtigt habe, was mit deutlichem Mehraufwand prinzipiell möglich wäre. Was ebenfalls nicht mit in die Bewertung eingeht, sind singuläre Schadstellen wie hohe Kantsteine oder einzelne Schlaglöcher, da diese nicht zu einer kompletten Abwertung des Streckenabschnittes führen sollten.

Die Methode ist ein schnelles und einfaches Verfahren, das Bodenbelagsqualitäten vergleichbar macht. Für höhere Genauigkeit, Objektivität und die Möglichkeit einzelne Schäden und kleinräumige Mängel mitberücksichtigen zu können, habe ich daher die Energiemethode per Erschütterungsmessung entwickelt.

4.1.3. Energieverfahren per Erschütterungsmessung

Beim Energieverfahren werden Energievergleiche aus Erschütterungsmessungen zur Quantifizierung der Bodenbelagsqualität zu Grunde gelegt. Durch die Synchronisation mit GPS-Positionsdaten können die Qualitätsdaten außerdem schnell und einfach georeferenziert und visualisiert werden. Das Verfahren ist objektiver und genauer als die Quantifizierungsmethode, weil es auf der Messung und Berechnung der physikalischen Größe der für die Erschütterungen erforderlichen Energie basiert. Es ermöglicht somit viel detailliertere Vergleiche als eine erfahrungsabhängige, rein subjektive Sichtbeurteilung. Unter Verwendung der selben Messeinrichtung lassen sich (trotz Ungenauigkeiten, die in meinem Messaufbau der günstigen Messtechnik und pragmatischen Montage geschuldet sind) sehr zuverlässige und genaue Vergleiche verschiedener Belagsqualitäten anstellen.

An ein Fahrrad werden ein Beschleunigungssensor und einen GPS-Empfänger montiert. Während der Messfahrt werden die Beschleunigung des Fahrrads in Z-Achse (von oben nach unten, was den Erschütterungen entspricht) sowie die GPS-Position aufgezeichnet. Nach der Fahrt werden die Daten mit Hilfe einer Auswertungssoftware aufbereitet und synchronisiert. Das Ergebnis ist ein Profil der Erschütterungsenergie entlang der gefahrenen Strecke, dass sich z.B. in Google Earth visualisieren lässt. Mit einem Tabellenkalkulationsprogramm wie z.B. MS Excel können daraufhin vergleichende Energieberechnungen für einzelne Teilabschnitte durchgeführt werden.

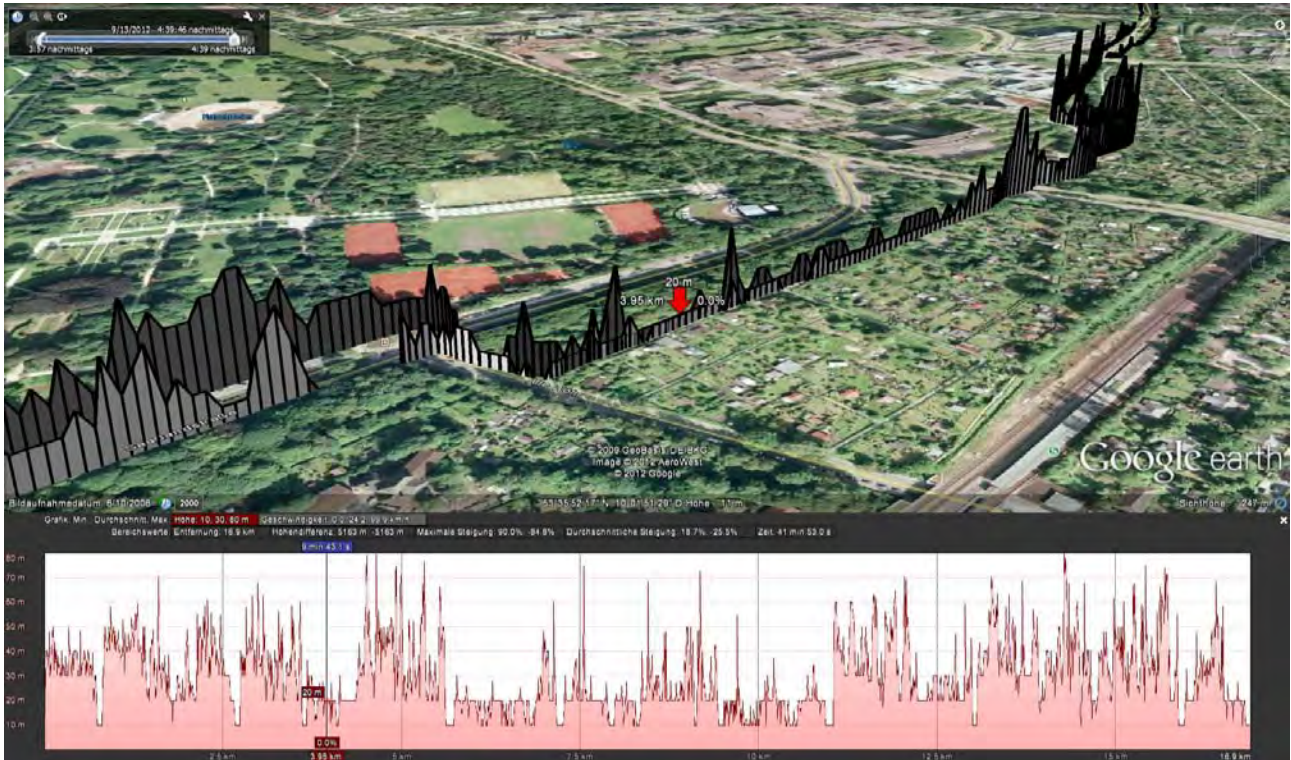


Abb. 7: Visualisierung der Bodenbelagsqualität auf der Veloroute 5 West am Stadtpark mit Google Earth. Die Datengrundlage sind in 7 Stufen klassierte Energiewerte aus Erschütterungsmessungen.

Außerdem können die Auswertungen der Aufzeichnungen in X-Achse (von rechts nach links, was den Lenkbewegungen entspricht) und in Y-Achse (von vorne nach hinten, was Beschleunigung und Bremsung entspricht) verwendet werden um weitere Qualitätsmerkmale zu prüfen. Das Maß der Lenkbewegungen kann z.B. zur Beurteilung der Direktheit oder Umwegigkeit einer Route herangezogen werden. Das Maß der Geschwindigkeitsvariation lässt Rückschlüsse auf die Kontinuität der Fahrt zu – viele Bremsvorgänge lassen auf Hindernisse und erzwungene Fahrtunterbrechungen schließen. Im begrenzten Rahmen dieser Diplomarbeit konnte ich mich mit der Auswertung dieser Merkmale leider nicht auseinandersetzen und habe mich auf die Z-Achse für den Bodenbelag konzentriert.

4.1.3.1. Entwicklung des Verfahrens und Messaufbau

Die Entwicklung eines Verfahrens, mit dem Erschütterungsmessungen die Qualität von Radwegoberflächen bestimmen, geht zurück auf ein Problem der Verkehrsmodellierung, mit dem ich mich in der Studienarbeit "Besonderheiten des Radverkehrs und ihre Berücksichtigung bei der Verkehrssimulation mit Schwerpunkt auf die Routenwahl" beschäftigt habe, als ich Betrachtungen über die Einflussgrößen für die Routenwahl von Radfahrerinnen anstellte. Das Radfahrerinnen sich über schlechte Radwege ärgern, ist in unzähligen Umfragen empirisch belegt und ein Vermeidungsverhalten im Alltag zu beobachten (z.B. das Umfahren von Schlaglöchern oder das Ausweichen von einer Kopfsteinpflasterfahrbahn auf den Gehweg). Daher stellte ich die These auf, dass

das Merkmal Bodenbelagsqualität Einfluss auf die Routenwahl hat. Um das Merkmal in der Verkehrsmodellierung verwenden zu können, braucht es jedoch eine praktikable Methode, die Qualität in ausreichender Genauigkeit zu ermitteln. Abgesehen von der Ungenauigkeit und Subjektivität wäre eine Zuordnung per Sichtbeurteilung für Modelle mit vielen Netzelementen zu aufwändig.

Die Messtechnikfirma Wölfel gab die Hinweise, dass für die Einwirkung von Schwingungen auf Menschen üblicher Weise 100 Hz Messfrequenz verwendet werde und das neben dem Frequenzbereich vor allem die Linearität des verwendeten Sensors für die Genauigkeit der Daten wichtig sei. Bei hohen Messfrequenzen fallen hohe Datenmengen bis 70 GB pro Stunde an. Die Firma schätzte die Kosten für die Messeinrichtung inklusive einer geeigneten Datenaufbereitungssoftware auf 10-15.000 Euro ab. Mein Ansporn war es, eine eigene Lösung zu entwickeln, die so günstig in der Anschaffung ist, dass sie praktischer jeder Fahrradclub und alle fahrradpolitisch interessierten Radfahrerinnen selbst verwenden können, um zum öffentlichen Datenbestand über die Radinfrastruktur beitragen zu können.

Das Ingenieurbüro Nachrichtentechnik Carsten Wulf Hamburg beriet mich über Möglichkeiten der hardwareseitigen Synchronisation von GPS- und Beschleunigungsmessdaten. Es stellte sich heraus, dass dies in dem von mir angepeilten Preisbereich von ca. 250 Euro für die gesamte Messtechnik nicht realisierbar ist. Ich musste also GPS-Werte separat aufzeichnen und per Software eine Synchronisation herstellen.

Ein GPS-Handgerät (Garmin Oregon 300, NP ca. 200 Euro), das die Aufzeichnung von Tracks ermöglicht mit einem 12-Kanal-Empfänger für maximale Genauigkeit (ohne Hilfssignale), konnte ich mir in der Familie leihen. Die Entscheidung für einen Beschleunigungsmesser fiel auf den JoyWarrior JW24F14 der Code Mercenaries Hard- und Software GmbH mit dem verbauten digita-

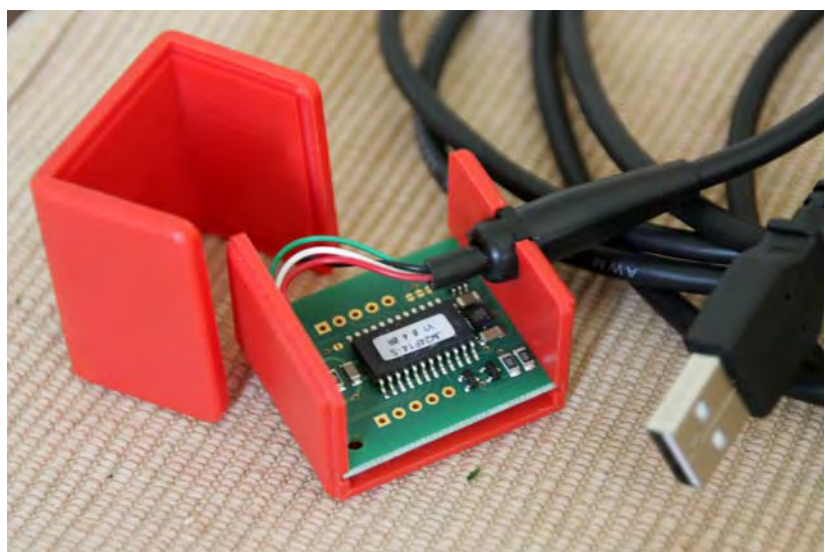


Abb.8: Die Platine des Beschleunigungssensors JoyWarrior JW24F14, eingebaut ins Kunststoffgehäuse mit angelötetem USB-Anschlusskabel.

len Triaxial-Beschleunigungssensor BMA180 von Bosch. Im Set mit fertig zusammengelöteter Platine, passendem Kunststoffgehäuse und separatem USB-Kabel kostete der JoyWarrior 60 Euro.

Es handelt sich dabei um einen Sensor – keinen Logger. Es ist also kein interner Speicher für Messwerte vorhanden. Die Aufzeichnung muss per USB-Anschluss an einem Computer erfolgen, was die Lösung sehr günstig, dafür während der Messfahrt jedoch etwas umständlicher macht, da nun ein kleines Notebook zur Aufzeichnung auf dem Fahrrad mitgeführt werden muss und die Aufzeichnungsdauer durch die Akkulaufzeit des Notebooks begrenzt wird. Dafür habe ich ein Notebook angeschafft, was klein, leicht und ausdauernd in der Akkulaufzeit ist (Asus Eee PC 901-W, gebraucht für 165 Euro). Die benötigte Aufzeichnungs- und Kalibrierungssoftware für den Sensor wird von Code Mercenaries kostenlos zur Verfügung gestellt. Der Sensor hat einen Messbereich von einstellbar +/-1g bis +/- 16g, 14 Bit Auflösung (entspricht max. 125 μ g), und eine Messfrequenz von bis zu 150 Hz. Das von der Bandbreite abhängige Rauschen beträgt nur 150 μ g * Wurzel(Frequenz) – bei den maximal möglichen 150 Hz also 1,8 mg. Die 3 Gramm leichte, 3cm breite Platine wird über den USB-Port mit Strom versorgt und kann Sensoreinstellungen in einem EEPROM speichern. Zur Befestigung am Fahrrad suchte ich in Fahrradwerkstätten nach einer Uni-

versalhalterung, die sich schnell an unterschiedlichen Stellen am Rad montieren und wieder abnehmen lässt und möglichst wenig Schwingungsdämpfung verursacht. Unter Mitwirkung eines Zweiradmechanikers entstand eine Kombination aus Flaschenhalter und Rückreflektor, an dem sich das Gehäuse mit Kabelbindern fest und eben befestigen lässt.



Abb.9: Selbst gebastelte Fahrradhalterung zur schnellen Montage des Beschleunigungssensors.

Um vergleichbare Ergebnisse zu bekommen wird der Sensor vor jeder Fahrt stets an der selben Stelle am ungefederten Rad montiert. Hierfür habe ich die geometrische Mitte zwischen beiden Radachsen auf Höhe der Oberkante der Räder gewählt, damit Stöße auf die vordere wie hintere Achse den gleichen Impulsbetrag am Sensor erzeugen. Außerdem ist der Punkt leicht zu ermitteln und ermöglicht dort die einfache Montage bei den meisten Fahrrädern mit gerader "Herren-Stange" für spätere Vergleichbarkeit. Das GPS wird in eine Lenkerhalterung gesteckt, das per USB-

Kabel mit dem Sensor verbundene Netbook wird im Rucksack transportiert. Vor jeder Fahrt wird der Reifendruck durch Nachpumpen maximiert.



Abb. 10: Messfahrrad mit Montageposition des Beschleunigungssensors.

Stand der Technik und ähnliche Projekte

Zur Optimierung meines Messaufbaus habe ich nach vergleichbaren, bereits dokumentierten Beschleunigungsmessungen an Fahrrädern recherchiert. Das Institut für Physik der Carl von Ossietzky-Universität Oldenburg hat Ende der 1980er-Jahren Erschütterungsmessungen am Fahrrad gemacht mit dem Ziel, den Fahrkomfort zu quantifizieren. Da eine ausreichend genaue Messung der Erhöhung des Rollwiderstands durch den Bodenbelag sich als schwierig herausstellte, wurde auf bewertete Schwingungsmessungen nach ISO 2631 und VDI-Norm 2057 zurückgegriffen, die der Beurteilung von Fahrzeugen und Maschinen dienen, an denen Bedienungspersonal Schwingungen ausgesetzt ist. Weil die unterschiedlichen Schwingungen vom menschlichen Körper unterschiedlich empfunden werden, erfolgt dabei eine Filterung mit dem Ergebnis einer bewerteten Schwingstärke – analog der Schalldruckmessung in dB und dem bewerteten Schalldruckpegel dB(A). Die Beschleunigungssensoren wurden hierfür unter dem Sattel in Richtung der Wirbelsäule (Empfindlichkeitsmaximum bei 4-8 Hz) und am Lenker in Richtung der Arme angebracht (8-16 Hz) – also mit besonderem Hinblick auf die Einwirkungen von Erschütterungen auf Fahren de, die Immissionen

mit ihren körperlichen Auswirkungen. Die Normen enthalten jedoch keine Aussagen zu Schwingungen kürzer als 60 Sekunden, wodurch z.B. Kantsteine nicht berücksichtigt werden können. Die Messapparatur auf den Fahrrädern wog 11 kg und die Aufzeichnung erfolgte über per Funk verbundene Bandlaufwerke in einem begleitenden Auto. Aufgrund des physikalischen und medizinischen Anspruchs wurde ein großer Aufwand zur Verifikation und Kompensation von Störeinflüssen unternommen.

Ergebnisse: Je nach Dämpfungsgrad liegen zwischen verschiedenen Fahrrädern große Unterschiede. Auf glattem Asphalt gemäß Norm tritt auf den meisten Rädern ab 60 Minuten bereits eine Einschränkung des Wohlbefindens ein. Auf beschädigtem Asphalt werden bei allen ungefederten Fahrrädern Erschütterungen gemessen, die laut Norm schon bei 60 Minuten Einwirkzeit gesundheitliche Schäden hervorrufen.²⁵

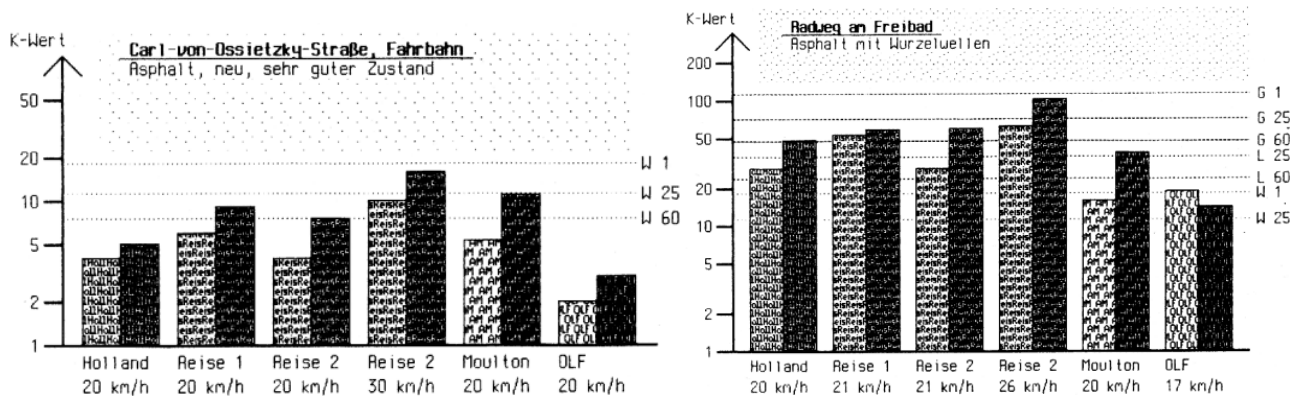


Abb. 11: Beispiele für Messergebnisse der Uni Oldenburg für körperliche Schwingungseinwirkungen an Armen (weiß) und Wirbelsäule (schwarz) mit verschiedenen Fahrrädern (Moulton: vollgefedert) auf ebenem Asphalt (links) und beschädigtem Asphalt (rechts) im Vergleich mit einem Auto (VW Golf, "OLF"). W 1/L 25/G 60: Wohlbefinden/Leistungsfähigkeit/Gesundheit werden nach 1/25/60 Minute(n) Exposition täglich eingeschränkt.²⁶

Die gesundheitlichen Folgen der Erschütterungen und eine bewertete Messung sind für die vergleichende Qualitätsbeurteilung des Bodenbelags nicht von Interesse. Eine wichtige Erkenntnis ist jedoch, dass abgerundete Kanten an gefasteten Steinen Stöße erzeugen und durch Resonanzen in der Gabel einen starken Bremseffekt haben, also Erschütterungen durch Fugen und andere Unebenheiten dem Fahrrad Bewegungsenergie entziehen. Deshalb führe ich die Energiebetrachtung durch und rechne ich die Beschleunigungswerte in entsprechende Energie um.

Für weitere Anregungen bat ich Herrn Dr. Falk Riess (Dr. Falk Riess, emeritierter Lehrbeauftragter der Universität Oldenburg am Institut für Physik, hat unter anderem zur Modellierung von Fahr-

²⁵ Pivit 1988

²⁶ Pivit 1988

radfederungssystemen gearbeitet) um eine Stellungnahme zu meinem Verfahren. Er empfahl zur Verstärkung der Messwerte (spekulativ von ca. 2g auf bis zu 10g) den Sensor in Radnabennähe und noch weniger gedämpft zu montieren (bspw. durch Ankleben). Dieser Vorschlag konnte im Rahmen der Diplomarbeit noch nicht ausprobiert werden. Darüber hinaus bestätigte er Verfahrensansatz und Messaufbau.

Die Idee einer Georeferenzierung von Beschleunigungsmessdaten von Fahrzeugen per GPS-Daten hat die Firma MoDyVA aus Belgien für berufsgenossenschaftliche Gesundheitsstudien im LKW-Verkehr offensichtlich bereits realisiert. Ein Google Earth-Screenshot auf ihrer Website lässt eine ähnliche Visualisierungsmethodik vermuten, ohne dass diese beschrieben wird.²⁷

Die durch Hinweise angeregte Recherche nach der Existenz eines Erschütterungsmessfahrrad in den Niederlanden blieben nach Kontakten zu Radfahrerorganisationen wie dem Fietserbond leider ohne Ergebnis. Hinweise zur Bundeswehruniversität München verfolgte ich aus Zeitgründen nicht.

Berechnung von Energie aus Beschleunigungswerten

Die für die Beschleunigung erforderliche Energie berechnet sich wie folgt (Formelzeichen: siehe Glossar und Erläuterungen S. 6):

$$\text{I. } E = F * s$$

$$\text{II. } F = m * a$$

$$\text{III. } s = v_t * t$$

$$\text{IV. } v_t = (v_1 - v_0) / 2$$

$$\text{V. } v_1 = v_0 + a * t$$

$$\text{VI. (V in IV) } v_t = (v_0 + a * t - v_0) / 2 = (a * t) / 2$$

$$\text{VII. (VI in III) } s = (a * t^2) / 2$$

$$\text{VIII. (in I) } \underline{E = m * (a^2 * t^2) / 2}$$

²⁷ siehe: Modyva 2012, <http://www.modyva.be/en/references.php>

Da die Betrachtung unabhängig vom Gewicht des Fahrrads und der Radfahlerin sein soll, lasse ich die Masse weg und erhalte mit:

$$E/m = (a^2 * t^2) / 2 = [J / kg]$$

eine Angabe über die pro kg-Fahrgewicht erforderliche Energiemenge, die in vertikale Beschleunigung umgesetzt wird – der erschütterungsbedingte Mehrenergiebedarf. Zur Bewertung von ganzen Routen wird dieser Wert in Relation zur Streckenlänge gesetzt und ergibt am Ende den durchschnittlichen Energiebedarf pro Meter Fahrstrecke:

$$E/(m*s) = [J/kg * 1/m]$$

4.1.3.2. Datenverarbeitungssoftware

Die von mir entwickelte Datenverarbeitungssoftware zur Berechnung von Energiewerten, Klassierung der Ergebnisse und Synchronisation mit den GPS-Daten basiert auf Perl-Skript mit HTML-Userinterface und kann auf einem beliebigen Webserver mit Perl-Interpreter ausgeführt werden. Ich habe zur Ausführung und Entwicklung ein Webhostingpaket auf einem Internetserver von Hosteurope verwendet.

Der Programmablauf nach Aufruf des Programms über seine Adresse im Webbrowser:

1. Prüfe auf übermittelte Formulareingaben. Wurden keine Eingaben gesendet, zeige das Formular zur Übermittlung von Daten an.
2. Die Nutzerin macht folgende Angaben im Formular:
 - a. Angaben zu den Einstellungen des verwendeten Beschleunigungssensors (Messfrequenz in Hz, Messbereich in G, Messwertspektrum in Bit). Voreinstellung sind 125 Hz, 2 G, 14 Bit gemäß der Sensoreinstellungen auf meinen Messfahrten.
 - b. Angaben zu den vorliegenden GPS-Messdaten (GPX-Zeitkorrektur). Voreinstellung ist 2 für deutsche Sommerzeit (1 entspräche der Winterzeit).
 - c. Optionen zur Verarbeitung, Visualisierung und Ausgabe der Daten (Anzahl der Klassen, Ignorieren von Messausreißern bei der Klassierung, Dezimaltrennzeichen für CSV-Ausgabe, Entfernen von GPS-Positionen im Stand). Voreinstellungen: 10 Klassen, 5 höchste Messwerte (Ausreißer) bei der Klassierung vernachlässigen, Komma statt Punkte als Dezimaltrennzeichen verwenden (zur Ansicht in der deutschen Excel-Version), GPS-Werte im Stand entfernen (Geschwindigkeit zwischen zwei Messpunkten kleiner als 1 m/s).
 - d. Dateipfade zum Hochladen der Beschleunigungsmessdaten als CSV- und der GPS-Positionsdaten als GPX-Dateien.

- e. Optional kann die Verarbeitung und Speicherung von X- und Y-Werten verhindert werden, um Rechenzeit und Speicher zu sparen und bei großen Datenmengen dadurch ein Timeout verhindern zu können.

Danach sendet die Nutzerin per Klick auf den OK-Button die Eingaben und die ausgewählten Dateien an das Programm.

3. Speichere die übermittelten Dateien, CSV und GPX, nach Datum unbenannt ab und lies sie zur Verarbeitung wieder ein.
4. Gehe die CSV-Daten Zeile für Zeile durch. Berechne für jeden Messwert die zugehörige Zeit, Beschleunigung, Energie sowie weitere statistische Größen. Fasse alle Messwerte für jede volle Sekunde zusammen und speichere sie in einer Liste (d.h. drei separate Listen für je X-, Y- und Z-Werte).
5. Speichere die in den Listen gespeicherten, verarbeiteten X-, Y- und Z-Werte plus weitere Statistiken jeweils in einer eigenen CSV-Datei ab.
6. Klassiere die nach Nutzervorgaben verarbeiteten Z-Werte zur Visualisierung in Google Earth.
7. Gehe die GPX-Daten Zeile für Zeile durch. Lies jeweils die Koordinaten und die Zeit der Positionspunkte aus. Prüfe auf eine stetige Messreihe (jede Sekunde eine Positionsangabe) und interpoliere bei Bedarf fehlende Positionspunkte linear. Prüfe auf einen Mindestabstand (mit zugehöriger Mindestgeschwindigkeit von 1 m/s) der aufeinanderfolgenden Positionspunkte und verwerfe sie bei Bedarf (wenn die Werte im Stillstand ermittelt wurden). Synchronisiere die Positionspunkte in zeitlicher Übereinstimmung mit den klassierten Z-Werten. Ersetze dabei die Höhenangaben durch die Z-Werte. Verwerfe dabei Positionspunkte vor Beginn und nach Ende der Beschleunigungsmessdaten. Ermittle und speichere dabei Statistiken.
8. Erstelle und speichere eine neue GPX-Datei mit den veränderten Positionspunkten, speichere die Daten zusätzlich in einer KML-Datei für Google Maps.
9. Zeige Statistiken und ggf. Fehlermeldungen sowie die Downloadlinks für die erstellten Dateien im Webbrowser an.
10. Die Nutzerin lädt nun die erstellten Dateien per Klick auf die Downloadlinks herunter und kann sie in Excel und Google Earth per Drag-and-Drop öffnen und betrachten. Per Klick auf einen Google Maps-Link kann sie in einem neuen Browser-Tab sofort die erstellte KML-Datei in Google Maps betrachten.

Programmauszug (Umrechnung der Messwerte in Beschleunigung und zugehöriger Energie):

Speichere den Z-Messwert aus der eingelesenen CSV-Zeile in der Variable \$temp_z:

```
( $dummy1, $temp_x, $temp_y, $temp_z, $dummy2 ) = split (/,/, $data_csv[$count]);
```

Errechne die Beschleunigung aus dem Z-Messwert \$temp_z, dem Messwertbereich \$valuerange (bei 14 Bit: 8192) und dem Messbereich \$g (bei 2 G: 2):

```
$z = ($temp_z / $valuerange) * ($g * 9.81);
```

Errechne die zugehörige Energie aus Beschleunigung $\$z$, Messfrequenz $\$hz$ (Herleitung der Formel: siehe S. 33/34):

```
 $\$energy\_z = ((\$z**2) * ((1/\$hz)**2))/2;$ 
```

Summiere alle Energiewerte einer Sekunde auf und runde sie auf 2 Nachkommastellen:

```
 $\$sum\_alldata\_z = sprintf "%.2f", (\$sum\_alldata\_z + \$z);$ 
```

Speichere die verarbeiteten Daten einer Sekunde wie den Z-Energiewert in einer Liste zur späteren Speicherung in einer CSV-Datei:

```
 $\$dummytemp = push(@output\_z, \$seccounter . ";" . "$m\_hour:$m\_min:$m\_sec" . ";" .$   
 $\$temp\_avg\_in\_sec\_z . ";" . \$temp\_avg\_in\_sec\_z\_int . ";" . \$total\_z\_min . ";" . \$total\_z\_max . ";" .$   
 $\$total\_energy\_z . ";" . \$total\_energy\_positive\_z . ";" . \$total\_energy\_negative\_z);$ 
```

The screenshot shows a web browser window with a tab titled 'CSV-Converter'. The address bar shows a file path: 'file:///E:/Andreas Eigene Dateien/Studium/14. Semester - 10/Diplomarbeit Verkehr/Daten/Me'. The page content includes the following form elements:

- Ausgangsmaterial:**
- Nur wichtigste Z-Berechnung:** (Sparmodus für große Dateien um Timeout zu verhindern)
- Wie viele Einträge pro Sekunde?:** 125 [Hz]
- Messbereich in G:** 2 G
- Messwertspektrum in Bit:** 14 (14 Bit = 16.384 Stufen, pro Richtung (+ und -) also 8.192 Stufen)
- Klassierung der Messwerte in:** 10 Klassen (betrifft nur GPX-Export für GoogleEarth-Visualisierung)
- Ausreißer vernachlässigen:** 5 höchste Werte beeinflussen nicht die Klassengröße (betrifft nur GPX-Export für GoogleEarth-Visualisierung)
- GPX-Zeit Anpassung (ausgehend von GMT, bei Sommerzeit +1 zusätzlich):** 2 (2 = Deutschland, Sommerzeit)
- Europäisches Komma als Dezimalzeichen im CSV-Export:** (Haken = Komma, leer = Punkt)
- CSV-Datei zur Bearbeitung auswählen:** [Suchfeld] [Durchsuchen...]
- Optional: GPX-Datei zur Synchronisation mit den CSV-Werten:** [Suchfeld] [Durchsuchen...]
- Werte im Stand entfernen (kleiner 1 m/s):**
- OK** button

Abb. 12: Screenshot des Formulars zur Übermittlung der Messdaten an die Auswertungssoftware auf dem Server.

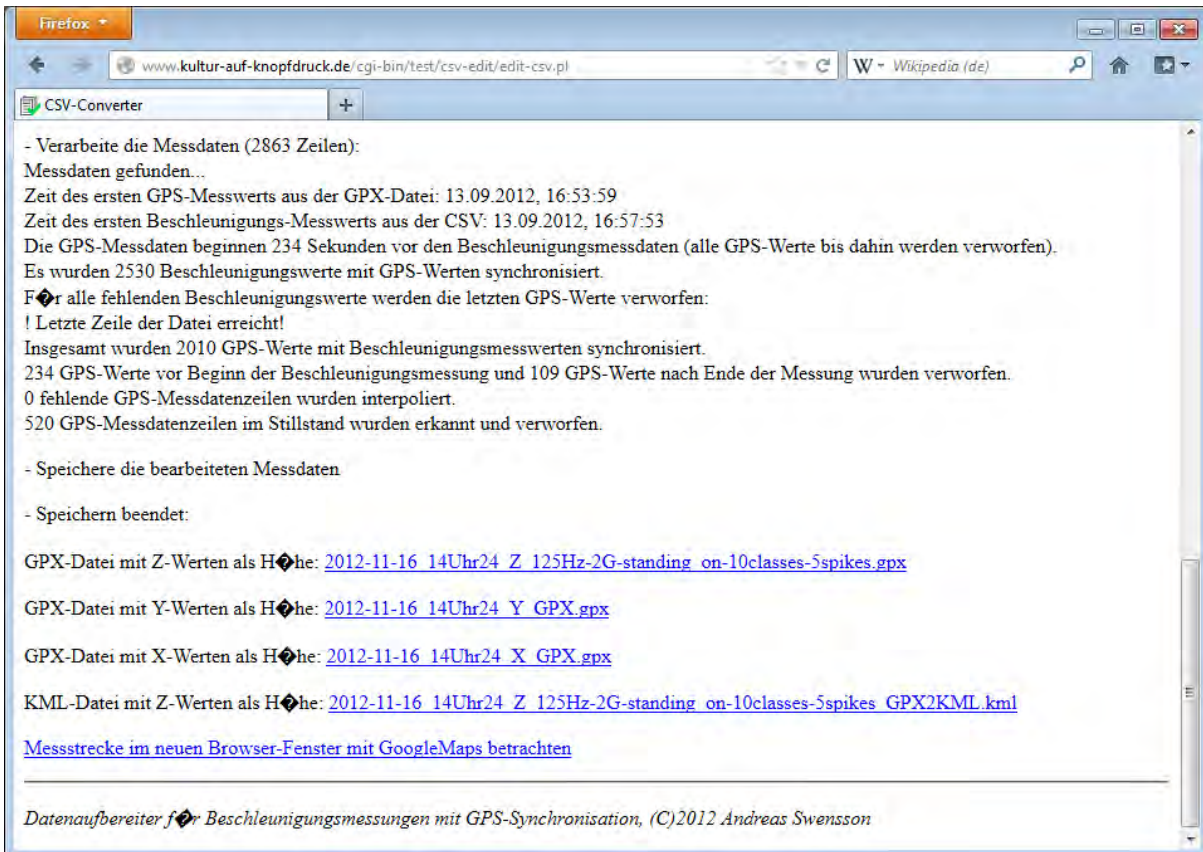


Abb. 13: Letzte Ausgabe der Software nach abgeschlossener Verarbeitung. Komplette Ausgabe: siehe Anhang.

Z-Werte-Auswertung		Beschleunigung:		Energie [J/kg]:		Energie/Fahrgewicht [J/kg]			
1	Z-Werte-Auswertung								
2	der Messfahrt vom 13.09.2012, 17:40:3								
3	2530 Sekundenmittelwerte bei 125 Hz aus 316283 Datenzeilen								
4	Sensor:								
5	Auflösung: 14 Bit (8192 Stufen) bei Messbereich: +/- 2 G. Rauschen: 0,0548 [m/s ²]								
6	Erreichen oder überschreiten des Messbereichs: 16 mal.								
8	Summe Messwerte (alle):		-217647,66		107,5329				
9	Summe Sekundenmittelwerte (alle):		-1741,151		-				
10	Summe Messwerte (nur positiv):		239688,7623		35,3474				
11	Summe Sekundenmittelwerte (nur positiv):		5,511		-				
12	Summe Messwerte (nur negativ):		-457333,3866		72,1855				
13	Summe Sekundenmittelwerte (nur negativ):		-1746,662		-				
14	Gesamtintegral:		44512005,22						
15	Gesamtsekundendurchschnitt:		140,7494		0,0425 (Durchschn. pro Sekunde)				
17	Messzeit:		Sekundendurchschnittswerte [m/s ²]		Einzelwerte [m/s ²]		Energie/Fahrgewicht [J/kg]		
18			Summe:	Integral:	Min:	Max:	Summe:	Positiv (a>0):	Negativ (a<0):
19	1	16:57:53	-0,168	0,168	-0,249082031	-0,18202148	0	0	0
20	2	16:57:54	-0,162	0,248	-1,334025879	-0,19160156	0	0	0
21	3	16:57:55	-0,182	0,306	-1,142424316	0,42391846	0,001	0	0
22	4	16:57:56	-0,175	0,175	-0,340092773	-0,10777588	0	0	0
23	5	16:57:57	-0,184	0,184	-0,270637207	-0,14609619	0	0	0
24	6	16:57:58	-0,178	0,178	-0,426313477	-0,12454102	0	0	0
25	7	16:57:59	-0,169	0,169	-0,349672852	-0,16765137	0	0	0
26	8	16:58:00	-0,165	0,165	-0,239501953	-0,12693604	0	0	0
27	9	16:58:01	-0,767	1,088	-8,492739258	-0,22752686	0,016	0,001	0,015
28	10	16:58:02	-0,109	0,115	-0,301772461	-0,0119751	0	0	0
29	11	16:58:03	-0,298	0,35	-3,259621582	-0,23231689	0,001	0	0,001
30	12	16:58:04	-0,171	0,433	-1,865720215	0,37362305	0,001	0,001	0,001

Abb. 14: CSV-Ergebnis in Excel geöffnet.

4.1.3.3. Durchführung des Verfahrens

Zur Anwendung dieses Verfahrens werden benötigt:

1. Ein Beschleunigungssensor (50-100 Euro) mit Datenaufzeichnungsoption an einem portablen Computer (Netbook für 150-250 Euro empfohlen) oder ein Beschleunigungslogger (erhältlich ab ca. 200 Euro) mit einem Messbereich von mindestens 2 G und einer Messfrequenz von ca. 100 Hz. Die Messdaten müssen nach der Messung als Zahlenreihe digital vorliegen – am besten gleich als CSV-Datei.
2. Ein portabler GPS-Empfänger mit Trackaufzeichnung – entweder als Handgerät (ab ca. 150 Euro) oder ein Smartphone mit Navigations-Anwendung, die Trackaufzeichnung beherrscht (ab ca. 100 Euro). Die Daten müssen zur Weiterverarbeitung im GPX-Standard vorliegen oder in diesen konvertiert werden können. Ein Empfänger für 12 Satelliten parallel, wie er in modernen GPS-Handgeräten üblich ist, sorgt für eine genaue und schnelle Positionsbestimmung.
3. Ein Fahrrad mit geringer Schwingungsdämpfung (ohne Federung oder Ballonreifen) und hohem Reifendruck (ab 100 Euro).
4. Eine Montagehalterung für den Beschleunigungssensor mit möglichst geringer Schwingungsdämpfung (angeschweißte Schraubhalterung in Achsennähe empfohlen, Bastellösung für unter 10 Euro realisierbar).
5. Eine Datenaufbereitungssoftware, die die Beschleunigungsmesswerte in äquivalente Energie umrechnet, klassiert und mit den GPS-Positionsdaten synchronisiert.
6. Ein digitales Kartenprogramm mit Import-Funktion für GPX-Dateien und Höhenprofil-Visualisierung wie z.B. die kostenlose Version von Google Earth.

Vor der Messfahrt:

1. Reifen maximal aufpumpen. Hier: 3 Bar Reifendruck hinten und vorn bei Straßenreifenprofil.
2. Einschalten des Netbooks.
3. Synchronisation der Systemzeit über Internetzugriff auf einen Zeitserver per WLAN, um die Genauigkeit der Uhr zu erhöhen (nach längerer Zeit weicht die Uhr im Netbook einige Sekunden von der Funkuhr bzw. der Satellitenzeit des GPS ab).
4. Anschluss des Beschleunigungssensors per USB-Port
5. Kalibrierung des Sensors mit dem zugehörigen Programm, dabei Konfiguration der Z-Achse als vertikale Achse und senkrecht stehend, sodass die Erdbeschleunigung mit "0" aufgezeichnet wird. Während der Kalibrierung sollten keine anderen Programme laufen.
6. Akkulaufzeit durch Stromspareinstellungen maximieren.
7. Beschleunigungssensor am Rad montieren.
8. GPS am Fahrrad montieren, warten bis maximaler Satellitenempfang besteht, dann Track-Aufzeichnung zurücksetzen und neu starten.
9. Aufzeichnung der Beschleunigungsmessung im Programm Seismograph starten. Hierfür Dateinamen und Pfad für neue CSV-Datei anlegen.
10. Netbook im Rucksack verstauen, Kabel sicher am Rahmen und ggf. um die Sattelstange führen und Fahrt beginnen.

Während der Messfahrt:

1. Möglichst konstante Geschwindigkeit halten, unnötige Lenkbewegungen vermeiden (Kombination mit Zeitmessungsfahrt empfohlen).
2. Je nach Anforderung einheitlich einzelnen Schadstellen wie Schlaglöchern mit zumutbarem Aufwand ausweichen (wie eine Alltagsradfahrerin) oder sie gezielt überfahren.

Nach der Messfahrt:

1. Beendigung der Beschleunigungs-Aufzeichnung.
2. Speicherung der GPS-Track-Aufzeichnung.
3. Übertragung der CSV-Datei per USB-Stick und der GPX-Datei per USB-Anschluss des GPS auf den Desktop-PC.
4. Verarbeitung der Messdaten mit der Aufbereitungssoftware mit den richtigen Einstellungen und gewünschter Klassierung.
5. Visualisierung der Fahrwegqualität in Google Earth, Auslesen der Energiewerte mit Excel.
6. Berechnung der Durchschnittsqualität für gewünschte Streckenabschnitte mit Google Earth oder Excel.

4.1.3.4. Ergebnisbeispiele

Straße	Länge	Bodenbelag	Zustand	Messwert [J/kg]	Durchschnitt pro Meter [mJ/(m*kg)]:
Stormaner Straße (Abb.15)	323 m	Asphalt	0	2,2	6,8
An der Alster	445 m	Asphalt	0	4,0	8,9
Bramfelder Chaussee	580 m	Betonplatten	0	5,5	9,5
Schwalbenplatz	290 m	Asphalt	0	3,46	11,9
Alsterradweg	945 m	Gefaste Betonsteine	0	16,3	17,2
Schwalbenstraße	630 m	Kopfsteinpflaster	0	14,3	22,7
Eulenkamp (Abb. 15)	268 m	Gefaste Betonsteine	-	7,8	29,1

Tab. 4: Beispielergebnisse des Energieverfahrens für verschiedene Bodenbeläge.

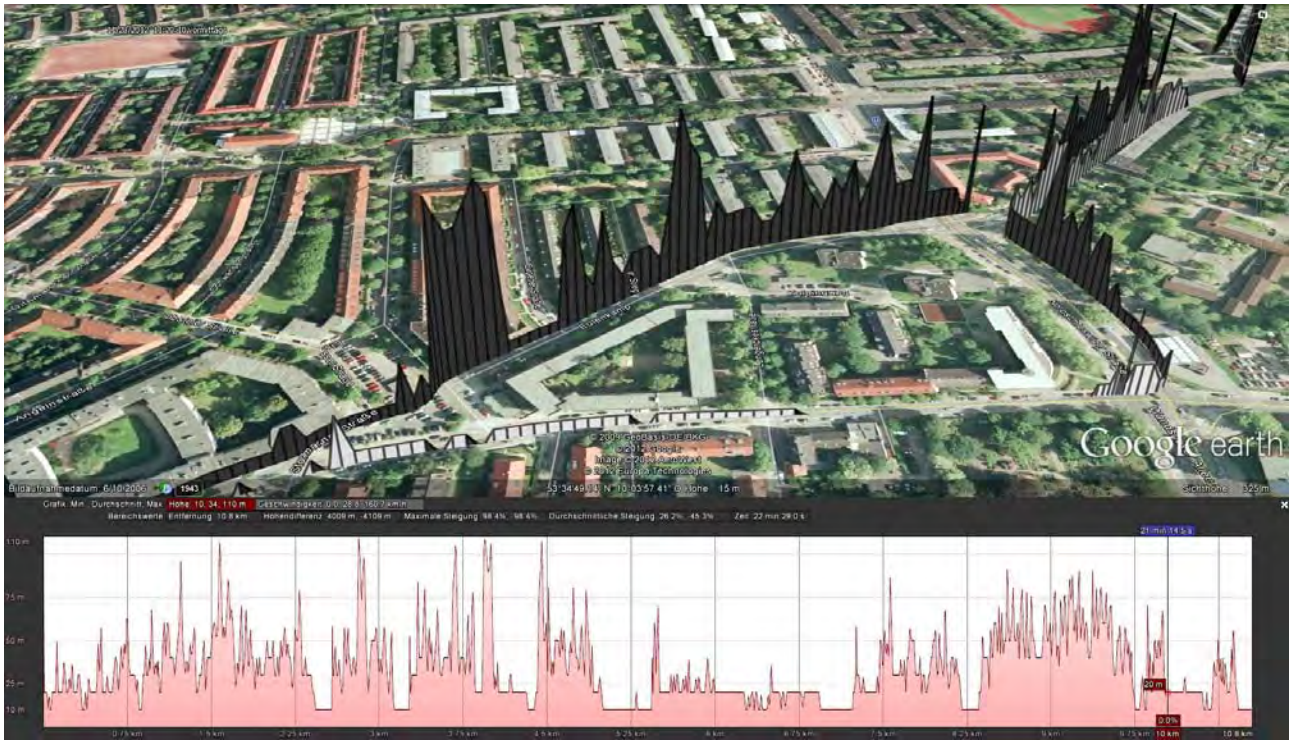


Abb. 15: In Google Earth visualisierte, 10er-klassierte Energiewerte im Dulsberg. Oben: gefaste Betonsteine im Eulenkamp, unten: Asphaltfahrbahn in der Stormaner Straße.

4.2. Merkmal Erschließungsqualität

4.2.1. Velorouten und Erschließung

Die Hamburger Alltags-Velorouten haben die Hauptaufgabe, wie in Abschnitt 2.2. beschrieben, Berufspendlerinnen über größere Entfernungen eine gesellschaftsverträgliche Alternative zum Auto anzubieten, indem der Radverkehr schnell und bequem durch die Stadt geführt wird. Somit lassen sich die Velorouten als Durchgangsstraßen verstehen, was durch ihre bezirksübergreifende Planung auf städtischer Ebene bestätigt wird. Die meisten Radfahrerinnen werden jedoch nicht die ganze Strecke sondern nur Teilabschnitte befahren, da mit 86,6 % der größte Radfahrten unter 5 km liegt²⁸. In welchem Maße die Veloroute also für Radfahrerinnen nutzbar und attraktiv ist, hängt also maßgeblich davon ab, wie gut sie erreichbar ist. Velorouten werden auch mit dem Ziel konzipiert, die Radverkehrsströme zu bündeln und wichtige Quellen und Ziele möglichst direkt zu verbinden. Dies kann am besten erreicht werden, wenn die Quellen, also die Wohngebiete, möglichst dicht an der Veloroute liegen und die Zugangszeit zur Route somit niedrig ist.

²⁸ Swensson 2011

Ein Qualitätskriterium ist also die Lage der Veloroute zu den Quellgebieten: Wie viele potentielle Radfahrerinnen werden durch die Route angebunden, weil sie in Reichweite wohnen?

Um abzuschätzen, wie viele Einwohner im unmittelbaren Umfeld der Veloroute wohnen, werden kleinräumige Informationen der Meldeämter oder hoch aufgelöste Informationen über die Einwohnerdichte benötigt; die Stadtteilebene ist zu ungenau. Die Daten sind für Planerinnen nicht immer einfach zu beschaffen oder liegen nicht oder nicht in einem digitalen Format vor, das die Weiterverarbeitung unmittelbar ermöglicht. Da ich ebenfalls auf dieses Problem gestoßen bin, habe ich ein Verfahren entwickelt, das durch die geschickte Nutzung aktueller Bildanalyse-Technologie eine kleinräumige Einwohnerzählung trotz analogem Datenbestand in Form gedruckter Einwohnerdichtekarten schnell und einfach ermöglicht. Dadurch wird die Berücksichtigung des Merkmals Erschließungswirkung bei der Qualitätsbeurteilung und Planung von Velorouten praktikabel.

Im Ergebnis steht als vergleichender Qualitätswert dann die Einwohner im Einzugsbereich der Veloroute bezogen auf die Streckenlänge als Merkmal Erschließungsqualität in der Einheit [Ew/m].

4.2.2. Ermittlung der Erschließungsqualität durch die Auswertung von Einwohnerdichtekarten unter Anwendung einfacher Bilderkennungstechnologie

Um die Einwohnerzahlen entlang der Velorouten ermitteln zu können, erhielt ich vom Amt für Verkehr in der Hamburger Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation eine gedruckte Einwohnerdichtekarte. Auf dieser wurden jeweils 50 Einwohnerinnen zusammengefasst mit einem roten Punkt im Stadtplan verortet. Aufgrund des hohen Zeitaufwandes entschied ich mich dagegen, auf der Karte einen Korridor um die Velorouten mit Stift und Lineal einzuzichnen und die Einwohnerpunkte per Hand auszuzählen. Stattdessen entwickelte ich das folgende Verfahren:

Die Karte wird durch Einscannen als Bilddatei digitalisiert, die zu untersuchenden Gebiete werden im Bildbearbeitungsprogramm ausgeschnitten und durch die Bildanalysefunktionalität die Einwohnerpunkte auf den Ausschnitten automatisch gezählt.

4.2.2.1. Verfahrensablauf

1. Relevante Bereiche der Einwohnerdichtekarte als einzelne Bilder scannen und speichern. Einzelne Teile der Karte im Bildbearbeitungsprogramm passend zusammensetzen und zu einem Layer verschmelzen.



Abb. 16: Die gescannten Teilstücke der Einwohnerdichtekarte werden im Bildbearbeitungsprogramm zusammengefügt.

2. Auf einem neuen Layer die Streckenführung der zu untersuchenden Route einzeichnen. Hierfür bietet sich für freihändisches Zeichnen ein Zeichentablett an.
3. Den gezeichneten Streckenverlauf mit Zauberstab oder der Funktion "Farbbereich markieren" auswählen.
4. Die Auswahl um so viele Pixel erweitern, wie sie der Entfernung zur Grenze des gewünschten Untersuchungsbereichs entlang der Strecke entspricht. Durch den bekannten Abstand zweier markanter Orte auf der Karte lassen sich die entsprechenden Pixel auszählen. In

meinem Fall entsprachen 300m = 50px. Im Photoshop ist die Funktion im Menü unter "Auswahl -> Auswahl verändern-> Erweitern..." zu finden (Abb. 17).



Abb. 17: Auswahlbereich mit 300m Radius um die Veloroute 5 West, farblich hervorgehoben.

5. Die Auswahl verwenden um den Bereich aus dem Layer der Einwohnerdichtekarte durch Kopie zu separieren. Im Photoshop: "Ebene -> Neu -> Ebene durch Kopieren".
6. Automatisches Markieren aller Einwohnerpunkte durch entweder die Markierung eines Punktes per Auswahllasso und der Funktion "Ähnliches auswählen" (Photoshop: "Auswahl -> Ähnliches auswählen") oder genauer per Farbbereichsmarkierung (Photoshop: "Auswahl -> Farbbereich...", dann: Aufnahme der Punktfarbe per Pipette und Erhöhung der Toleranz aufs Maximum).

- Überprüfen und manuelles Nacharbeiten der Punktmarkierungen. Nah beieinander liegende Punkte werden gelegentlich verbunden markiert oder von Straßennamen verdeckte Punkte schlecht erkannt. Einzelne Punkte erhalten zwei Markierungen.

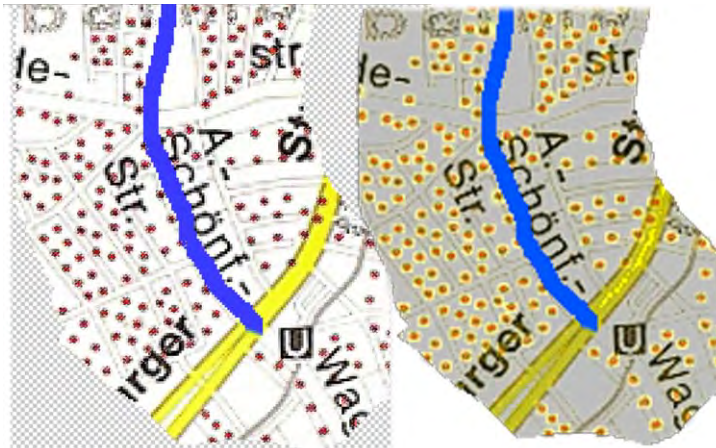


Abb. 18: Automatisch markierte Einwohnerpunkte auf einem 600m breiten Korridor entlang eines Streckenabschnitts der Veloroute 5 West (rechts gelb hervorgehoben).

- Bildanalysefunktion nutzen, um die Anzahl an Markierungen zu zählen. Im Photoshop geht das so: "Bild -> Analyse -> Datenpunkte auswählen -> Benutzerdefiniert", Haken setzen bei "Auswahl Anzahl" und Einstellungen speichern, Messung starten mit "Bild -> Analyse -> Messung aufzeichnen".

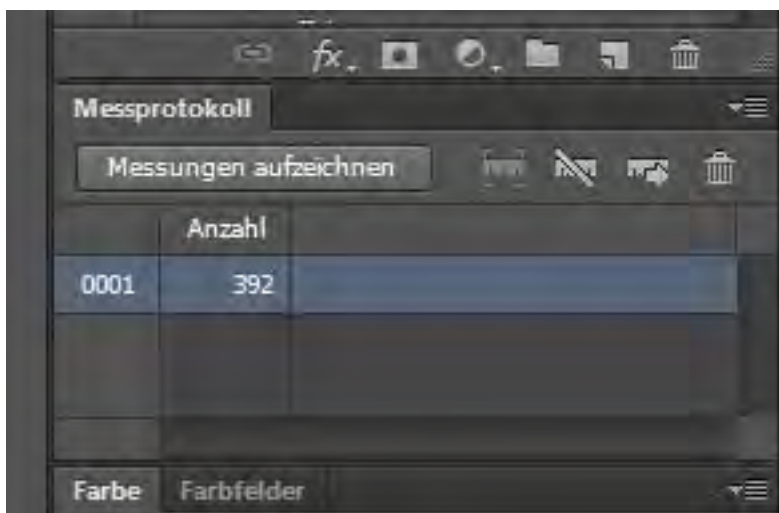


Abb. 19: Photoshop hat die automatisch um die Einwohnerpunkte gezogenen Markierungen gezählt. Das Messergebnis erscheint im Fenster "Messprotokoll" (Anzeigen unter "Fenster -> Messprotokoll").

- Das Ergebnis der Anzahl der Einwohner wird dann zur Streckenlänge in Bezug gesetzt und als Erschließungsqualität in [Ew/m] ausgewiesen.

5. Veloroute 5 Westroute

5.1. Bestandsaufnahme

Der West-Ast der Veloroute 5 vom Suhrenkamp bis zur Hamburger Straße ist baulich relativ homogen und sehr geradlinig, daher intuitiv zu finden. Zwischen Suhrenkamp und Hebebrandstraße verläuft er auf einem guten Bordsteinradweg entlang der Sengelmanstraße. Zwischen Hebebrandstraße und Alte Wöhr trennt sich die Strecke von der Straßenführung und verläuft über teils sehr schlechte Gehwege und asphaltierte Kleingartenstraßen ohne LSA-Unterbrechungen. Von Alte Wöhr bis zur Hamburger Straße geht es geradeaus weiter auf einem Bordsteinradweg entlang der Saarlandstraße und Adolph-Schönfelder-Straße von wechselnder Art und Bodenbelagsqualität. Dies sind die drei wesentlichen Streckenabschnitte der Hinrichtung – die Rückrichtung verläuft analog in umgekehrter Richtung und unterscheidet sich nicht.

Die Route erschließt den Flughafen aus südlicher Richtung, das Bürogewerbezentrum City-Nord von Norden und Süden und Barmbek-Süd. Die Veloroute 4 im Norden kann als Zubringer dienen, jedoch nur für Radfahrerinnen, die weit mehr als 5 km Strecke fahren. Das größte Radfahrerinnenpotential für die Nutzung der Route liegt in den angrenzenden Stadtteilen Barmbek-Nord, Barmbek-Süd und Uhlenhorst, die sehr bevölkerungsstark sind. Für Barmbek-Nord stellt die S-Bahn eine Barriere dar; der Rübenkamp ist hier eine Alternative.

An der Hamburger Straße mündet der West-Ast mit einer 90-Grad-Kurve in den Streckenverlauf des Ost-Astes und verläuft als Veloroute 5 weiter auf einem Bordsteinradweg, von der Hamburger Straße bis zur Mundsburger Brücke in hervorragend guter Qualität, was Bodenbelag und Radverkehrsführung betrifft. Hierbei werden das Einkaufs- und Gewerbezentrum Hamburger Straße und der Stadtteil Uhlenhorst südlich erschlossen. In der Gegenrichtung wird auf dem Bordsteinradweg auf der anderen Straßenseite gefahren.

An der Mundsburger Brücke münden Veloroute 5 und 6 zusammen und werden zusammen in der Hinrichtung auf einem schmalen, schlechten Bordsteinradweg zum den Wanderweg begleitenden Radweg an der südlichen Außenalster geführt. An der Alster geht die Fahrt weiter bis kurz vor der Kennedybrücke. Dieser Streckenabschnitt ist optisch durch den Alsterblick sehr attraktiv, durch viel Fußgänger- und Radverkehr auf schmalen Querschnitt jedoch konfliktrichtig, stressig und

ausbremsend sowie durch Exposition gegenüber Wind je nach Wetterlage kraftraubend. Durch seine schlechte Erreichbarkeit und Randlage von St. Georg erfüllt die Route hier praktisch keine Erschließungsaufgaben, sondern dient lediglich der Durchfahrt. Von Kennedybrücke bis zum Rathausmarkt führen enge Bordsteinradwege über 4 LSA an der südlichen Binnenalster entlang.

Der Rückweg dieses gemeinsamen Alster-Streckenabschnitts, wie er genauer in Abschnitt 8 analysiert wird, verläuft von Ballindamm bis Ferdinandstor zunächst auf der anderen Straßenseite, dann wieder auf dem Radweg des Außenalster-Wanderwegs. Zur Verhinderung der Fahrt auf der "falschen Straßenseite" wird der Mundsburger Damm über die Hartwicusstraße umfahren.

Die Veloroute ist komplett unbeschildert und nicht durch einheitliche optische Merkmale gekennzeichnet.

Hinrichtung (stadteinwärts)

Streckenabschnitte nach Art, Bodenbelag und Zustand:

Nr.	Straßenname(n)	Länge [m]	Art	Boden	Zustand
1	Zeppelinstraße	470	BR	BP	O
2	Sengelmanstraße	620	BR	BP	O
3	Sengelmanstraße	150	F30	BP	O
4	Sengelmanstraße	445	BR	BP	O
5	Gehweg entlang der Kleingärten	25	F00	KO	O
6	Gehweg entlang der Kleingärten	145	F00	BP	O
7	Gehweg entlang der Kleingärten	30	F00	KO	O
8	Gehweg entlang der Kleingärten	165	F00	BP	-
9	Dakarweg	70	F00	BP/KO	-
10	Gehweg am Asylantenheim	205	F00	A	-
11	Gehweg am Asylantenheim	55	F00	BG	-
12	Gehweg unter Brücke Jahnring	180	F00	A	O
13	Saarlandstiege	420	F00	A	O
14	Alte Wöhr	50	BR	A	O
15	Saarlandstraße	155	BR	A	O
16	Saarlandstraße	115	BR	A	O
17	Saarlandstraße	120	BR	BG	O
18	Saarlandstraße	175	BR	A	O
19	Saarlandstraße	135	BR	BP	O
20	Saarlandstraße	120	BR	BG	O
21	Saarlandstraße	90	BR	A	O
22	Saarlandstraße	60	BR	BG	O
23	Saarlandstraße	280	BR	BP	O
24	Schleidenstraße	250	BR	BG	O
25	Biedermannplatz	305	BR	A	-
26	Adolph-Schönfelder-Straße	350	BR	BP	O
27	Adolph-Schönfelder-Straße	125	BR	BG	-
28	Adolph-Schönfelder-Straße	185	BR	BP	O
29	Hamburger Straße	700	BR	BP	+
30	Mundsburger Damm	155	BR	BP	O
31	Mundsburger Damm	60	BR	BG	O
32	Mundsburger Damm	175	BR	BP	O

33	Mundsburger Damm	100	BR	BG	-
34	Mundsburger Damm	140	BR	BP	O
44	Mundsburger Damm	100	BR	BG	O
45	Mundsburger Damm	130	BR	BG/A	-
46	Alsterweg, Schwanenwik	215	BR	BG	O
47	Alsterweg, An der Alster	945	BR	BG	O
48	Alsterweg, An der Alster	105	BR	BG	O
49	Ferdinandstor	200	BR	BP/A	O
50	Ballindamm	550	BR	BP	O
51	Jungfernstieg	175	BR/RS	BG/KO	O

Tab. 5: Routenverlauf der Veloroute 5 West stadteinwärts von Suhrenkamp bis Rathausmarkt nach Art und Zustand der Bodenbeläge. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Querungen und LSA:

Nr.	Straße	Art	Signal	Freigabezeit	Umlaufzeit
1	Sengelmannstr./Maienweg	LSA	F	30	90
2	Sengelmannstr./Brabandstr.	X			
3	Sengelmannstr./Rathenaustr.	LSA	F	42	90
4	Sengelmannstr./Alsterdorfer Str.	LSA	F	30	90
5	Sengelmannstr./Heilholtkamp	T30			
6	Sengelmannstr./Hebebrandstr.	LSA	R	26	90
7	Sengelmannstr./Hebebrandstr.	LSA	R	14	90
8	Saarlandstr./Langenfort	LSA	F	10	90
9	Saarlandstr./Südring	X			
10	Saarlandstr./Südring	LSA	F	50	90
11	Saarlandstr./Südring	LSA	F	40	86
12	Saarlandstr./Wiesendamm	LSA	F	64	90
13	Saarlandstr./Jarrestr.	LSA	F	52	90
14	Schleidenstr./Osterbekstr.	LSA	F	40	90
15	Schleidenstr./Lohkoppelstr.	X			
16	Biedermannplatz/Volkmannstr.	X			
17	Biedermannplatz/Lachnerstr.	X			
18	Adolph-Schönfelder-Str./Weidestr.	LSA	F	20	90
19	Adolph-Schönfelder-Str./Beethovenstr.	LSA	R	60	90
20	Adolph-Schönfelder-Str./Desenißstr.	X			
21	Adolph-Schönfelder-Str./Beim alten Schützenhof	X			
22	Hamburger Str./Heitmannstr.	LSA	F	50	90
23	Hamburger Str./Humboldtstr.	LSA	F	10	45
24	Mundsburger Damm/Winterhuder Weg	LSA	F	25	90
25	Mundsburger Damm/Heideweg	X			
26	Mundsburger Damm/Uhlenhorster Weg	X			
27	Mundsburger Damm/Immenhof	LSA	F	18	45
28	Mundsburger Damm/Erlenkamp	X			
29	Mundsburger Damm/Hartwicusstr.	X			
30	Mundsburger Damm/Papenhuder Str.	LSA	F	44	90
31	Mundsburger Damm/Buchtstr.	LSA	F	38	90
32	Schwanenwik	LSA	F	44	90
33	Kennedybrücke	LSA	F	12	90
34	Kennedybrücke	LSA	R	40	90
35	Kennedybrücke	X			
36	Ferdinandstor	X			
37	Lombardsbrücke	LSA	R	22	90
38	Ballindamm/Jungfernstieg	LSA	F	8	60

Tab. 6: Querungen und LSA entlang des Routenverlaufs der Veloroute 5 West stadteinwärts von Suhrenkamp bis Rathausmarkt. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Rückrichtung (stadtauswärts)

Streckenabschnitte nach Art, Bodenbelag und Zustand:

Nr.	Straßenname(n)	Länge [m]	Art	Boden	Zustand
1	Plan	80	F50	KO	+
2	Ballindamm	45	F50	A	O
3	Ballindamm	80	BR	BP	O
4	Ballindamm	500	BR	BG	O
5	Ballindamm	105	BR	BG	O
6	An der Alster	150	BR	BP	O
7	Alsterweg, An der Alster	945	BR	BG	O
8	Schwanenwik	308	BR	BG/A	O
9	Hartwicusstraße	160	F50	A	O
10	Hartwicusstraße, Taxibereich	30	F50	KO	O
11	Mundsburger Damm	580	BR	BP	O
12	Oberaltenallee	350	BR	BP	O
13	Oberaltenallee	165	BR	A/BP	O
14	Oberaltenallee	145	BR	BP	O
15	Adolph-Schönfelder-Straße	530	BR	BG	O
16	Adolph-Schönfelder-Straße	305	BR	BG	O
17	Schleidenstraße	205	BR	BG	O
18	Saarlandstraße	240	BR	BG	+
19	Saarlandstraße	115	BR	A	-
20	Saarlandstraße	300	BR	BG	O
21	Saarlandstraße	270	BR	BG	O
22	Saarlandstraße	320	BR	BG	O
23	Alte Wöhr	50	BR	A	O
24	Saarlandstieg	420	F00	A	O
25	Gehweg unter Brücke Jahnring	180	F00	A	O
26	Gehweg am Asylantenheim	55	F00	BG	-
27	Gehweg am Asylantenheim	205	F00	A	-
28	Dakarweg	70	F00	BP/KO	-
29	Gehweg entlang der Kleingärten	165	F00	BP	-
30	Gehweg entlang der Kleingärten	30	F00	KO	O
31	Gehweg entlang der Kleingärten	145	F00	BP	O
32	Gehweg entlang der Kleingärten	25	F00	KO	O
33	Sengelmanstraße	975	BR	BP	+
34	Zeppelinstraße	245	BR	BP	O
35	Zeppelinstraße	455	BR	BP	+

Tab. 7: Routenverlauf der Veloroute 5 West stadtauswärts von Rathausmarkt bis Suhrenkamp nach Art und Zustand der Bodenbeläge. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Querungen und LSA:

Nr.	Straße	Art	Signal	Freigabezeit	Umlaufzeit
1	Plan/Jungfernstieg	LSA	A	15	60
2	Ballindamm/Alstertor	LSA	F	24	60
3	Ballindamm/Gertrudenstr.	x			
4	Ballindamm/Brandsende	LSA	F	40	75
5	Ballindamm/Lombardsbrücke	LSA	R	25	75
6	Ballindamm/Lombardsbrücke	x			
7	Ferdinandstor/Holzdam	LSA	F	50	75
8	Ferdinandstor/An der Alster	LSA			
9	Hartwicusstr.	T50			

10	Papenhuder Str.	LSA	F	44	90
11	Mundsburger Damm	LSA	F	10	90
12	Mundsburger Damm/Immenhof	LSA	F	18	45
13	Mundsburger Damm/Birkenau	x			
14	Mundsburger Damm/Winterhuder Weg	LSA	F	20	90
15	Mundsburger Damm/Lerchenfeld (inkl. Friedrich-Schütter-Platz)	LSA	F	16	90
16	Oberaltenallee/Richardstr.	LSA	F	30	90
17	Oberaltenallee/Wagnerstr.	LSA	F	25	90
18	Adolph-Schönfelder-Str./Hamburger Str.	LSA	R	15	90
19	Adolph-Schönfelder-Str./Weidestr.	LSA	F	20	90
20	Biedermannplatz/Lohkoppelstr.	X			
21	Schleidenstr./Brucknerstr.	X			
22	Schleidenstr./Osterbekstr.	LSA	F	64	90
23	Saarlandstr./Wiesendamm	LSA	F	24	86
24	Saarlandstr./Hellbrookstr.	LSA	F	48	108
25	Saarlandstr./Alte Wöhr	LSA	F	50	90
26	Saarlandstieg	T30g			
27	Dakarweg	T30g			
28	Sengelmanstr./Hebebrandstr.	LSA	R (F)	32 (14)	90
29	Sengelmanstr./Hebebrandstr.	LSA	F	9	85
30	Sengelmanstr./Alsterdorfer Markt	LSA	F	42	88
31	Sengelmanstr./Dorothea-Kasten-Str.	X			
32	Sengelmanstr./Alsterdorfer Markt	LSA	F	32	90
33	Sengelmanstr./Rathenaustr.	LSA	F	45	90
34	Sengelmanstr./Maienweg	LSA	F	25	90

Tab. 8: Querungen und LSA entlang des Routenverlaufs der Veloroute 5 West stadtauswärts von Rathausmarkt bis Suhrenkamp. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

5.2. Qualitätsbeurteilung

Veloroute 5 West - Abschnitt Suhrenkamp bis Hamburger Straße

Ecke Adolph-Schönfelder-Straße:

	Hinrichtung (stadteinwärts)	Rückrichtung (stadtauswärts)
Fahrzeit [Min]	19:38	21:10
[zusätzliche Messergebnisse]	[18:01]	
Streckenlänge	5.450 m (GPS)	5.380 m (GPS)
Umfangfaktor (Streckenlänge/Luftlinie)	1,06	
Querungen / davon LSA	20 / 13	17 / 13
Durchschn. LSA-Abstand	419 m	414 m
Abbiegevorgänge (nicht vor LSA-Knoten)	5	7

Bodenbelagsqualität nach Quantifizierungsverfahren	71 %	70 %
Bodenbelagsqualität nach Energieverfahren	10,1 MJ/(kg*m)	9,7 MJ/(kg*m)
Einwohner im 300m-Umfeld	19.600 Ew	
Erschließungsqualität	3,60 Ew/m	
Raumdurchlässigkeit	5.106 m / 20:24 Min = 15 km/h	

Tab. 9: Übersicht der Qualitätsmerkmale der Veloroute 5 West von Suhrenkamp bis Hamburger Straße. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Die Routenführung der Veloroute 5 West bis zur Hamburger Straße ist insgesamt sehr gut. Die Route verläuft sehr direkt (1,06) und ist weitgehend intuitiv zu finden, da nur wenige Abbiegevorgänge erforderlich (5 hin, 7 rück) und diese leicht verständlich sind. Der LSA-Abstand von nur durchschnittlich 417 m ist nicht so gut, kann aber offensichtlich durch die Umwegfreiheit kompensiert werden, sodass sich im Ergebnis eine gute Raumdurchlässigkeit von durchschnittlich 15 km/h ergibt.

Was die Ausstattung des Routenabschnittes angeht, zeigt die Bodenbelagsqualität im Quantifizierungsverfahren mit einem Ergebnis von 70 % (was im Mittel gefasteten Betonsteinen guten Zustands entspricht), dass es noch einige komfort- und geschwindigkeitsdämpfende Mängel bezüglich Art und Zustand der Radverkehrsanlagen gibt. Im Vergleich mit den anderen hier untersuchten Routenabschnitten sticht die Bodenbelagsqualität jedoch nicht negativ heraus und bewegt sich im Mittelfeld. Besondere Infrastruktur oder flankierende Maßnahmen, die die Route aufwerten, ihre Präsenz in der Mental Map von Radfahrerinnen erhöhen oder Autofahrerinnen auf das Fahrrad als Alternative auf der Strecke aufmerksam machen könnten, gibt es nicht. Nicht einmal eine Ausschilderung ist sichtbar. Es befinden sich 5 StadtRAD-Mietstationen im Umfeld der Route, von denen aus die Route gut erreichbar ist.

Die sehr geringe Erschließungsqualität von nur 3,6 Ew/m zeigt deutlich: der West-Ast der Veloroute 5 ist eine Durchgangsstrecke und hat kaum Erschließungswirkung, benötigt also gute Zugangswege im Umfeld, um genutzt werden zu können.

Gemeinsamer Routenabschnitt von Veloroute 5 Ost und West zwischen Hamburger Straße Ecke Adolph-Schönfelder-Straße und Mundsbürger Brücke:

	Hinrichtung	Rückrichtung
Fahrzeit [Min]	4:23	5:48
[zusätzliche Messergebnisse]	[5:01]	[5:25]
Streckenlänge	1.414 m	1.488 m
Umfwegfaktor	1,0	
Querungen / davon LSA	8 / 4	6 / 5
Durchschnittl. LSA-Abstand	354 m	298 m
Abbiegevorgänge	0	0
Bodenbelagsqualität nach Quantifizierungsverfahren	77 %	73 %
Bodenbelagsqualität nach Energieverfahren	10,5 mJ/(kg*m)	10,9 mJ/(kg*m)
Einwohner im 300m-Umfeld	13.350 Ew	
Erschließungsqualität	9,2 Ew/m	
Raumdurchlässigkeit	1.437 m / 611 s = 16,9 km/h	

Tab. 10: Übersicht der Qualitätsmerkmale des gemeinsamen Routenabschnitts an der Hamburger Straße von Veloroute 5 Ost und West. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Dieser Routenabschnitt ist auch Teil der Veloroute 5 Ostroute, weshalb er nur in diesem Abschnitt beschrieben ist. Er zeichnet sich durch eine umwegfreie Führung entlang der Hauptstraße Hamburger Straße und Mundsbürger Damm aus. Dadurch ergeben sich kurze Fahrzeiten und eine hohe Raumdurchlässigkeit. In Hinrichtung fahren die Radfahrerinnen auf der Nordseite und kommen entlang der Hamburger Straße für 550 m in den Genuss eines modernen, breiten Bordsteinradweges, der die Qualität eines Radschnellweges erreicht und den Durchschnitt der Belagsqualität deutlich hebt. Im abmarkierten Zweirichtungsbetrieb mit abschnittsweise getrennter Führung um z.B. Gebäudestützen herum führt der Radweg teilweise überdacht unter dem vorkragenden ersten Stock eines Einkaufszentrums entlang. Er wird sogar, durch einen Zaun von der Fahrbahn getrennt, offensichtlich auf einem stillgelegten Fahrstreifen geführt (siehe Titelbild der Arbeit). Fahrradabstellplätze entlang der Route und teilweise eigene Signalisation ermöglichen eine zügige und entspannte Fahrt. Am Mundsbürger Damm wird der Radverkehr in Hin- und Rückrichtung dann leider wieder über einen recht guten, aber teilweise sehr engen Radweg mit Verschwenkungen um Parkflächen herum geführt. Gegenüber der Hamburger Straße führt auf dem Rückweg ein schadhafter

Radweg mit mehreren Verschwenkungen entlang der Oberaltenallee. Die Erschließungsqualität auf diesem Abschnitt ist mit 9,2 Einwohnern pro Metern recht hoch, weil sie durch ein dicht bebauteres Umfeld führt.

Veloroute 5 West - gesamt (Suhrenkamp bis Rathausmarkt):

	Hinrichtung	Rückrichtung
Fahrzeit	35:31	37:40
Streckenlänge	9.463 m	9.581 m
Umfwegfaktor	1,24	
Querungen / davon LSA	38 / 24	34 / 25
Durchschnittl. LSA-Abstand	394 m	383 m
Abbiegevorgänge	8	12
Bodenbelagsqualität nach Quantifizierungsverfahren	71 %	70 %
Bodenbelagsqualität nach Energieverfahren	11,8 MJ/(kg*m)	11,5 MJ/(kg*m)
Einwohner im 300m-Umfeld	35.350 Ew	
Erschließungsqualität	3,74 Ew/m	
Raumdurchlässigkeit	7.730 m / 36:35 Min = 12,7 km/h	

Tab. 11: Übersicht der Qualitätsmerkmale der Veloroute 5 West von Suhrenkamp bis Rathausmarkt. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Wird die ganze Veloroute 5 West betrachtet, sinken Direktheit und Raumdurchlässigkeit maßgeblich ab, weil die Route an der Ecke Adolph-Schönfelder-Straße/Hamburger Straße mit der Einmündung in die Ostroute ihre Richtung um fast 90 Grad ändert. Bis zu diesem Punkt und auch danach wieder verläuft sie sehr geradlinig und umwegfrei. Dieser Knick ist durch die Außenalster aber prinzipiell kaum vermeidbar und durch das gute Vorankommen auf der Route entsteht beim Abbiegen an dem Knoten nicht der Eindruck einer umwegigen Führung.

Eine Qualitätsbeurteilung des verbleibenden Alster-Routenabschnitts bis zum Rathausmarkt ist in Abschnitt 8.2. zu finden.

Konkurrenzfähigkeit

In der folgenden Tabelle 12 werden Reisezeiten und -kosten von Nahverkehr, privatem PKW und Fahrrad für wichtige Quell-Ziel-Relationen auf der Veloroute 5 West verglichen. Das benannte Ziel der Radverkehrsförderungsmaßnahmen und speziell der Velorouten ist die Stärkung des Fahrrads als Alltags-Alternative zur Nutzung eines privaten PKW. Um die Qualität einer Veloroute zu beurteilen, ist es daher sinnvoll zu überprüfen, inwieweit der Radverkehr gegenüber den anderen Verkehrsarten für Zielfahrten auf dem Routenverlauf konkurrenzfähig ist.

Verkehrsmittel	Zu- und Abgangszeit	Fahrzeit (inkl. Umsteigezeiten)	Reisezeit	Kosten [nur Benzin]
U Sengelmannstraße -> U Saarlandstraße [Rotbuchenstieg -> Wiesendamm]				
U-Bahn und S-Bahn ²⁹	13 Min	16 Min	29 Min	2,85 €
Auto (3,7 km)	10 Min	8 Min	18 Min	1,11 € [0,85 €]
Fahrrad Veloroute 5 West (2.791 m)	4 Min	9:46 Min	14 Min	0,14 €
U Sengelmannstraße -> U Mundsburg [Rotenbuchenstieg -> Schürbecker Str./B5]				
U-Bahn (2x umsteigen)	11 Min	23 Min	34 Min	2,85 €
Auto (5,3 km)	10 Min	12 Min (20 Min)	30 Min	1,59 € [1,03 €]
Fahrrad Veloroute 5 West (5.096 m)	4 Min	19:48 Min	24 Min	0,25 €
U Sengelmannstraße -> Rathausmarkt [Rotenbuchenstieg -> Jungfernstieg]				
U-Bahn	16 Min	25 Min	41 Min	2,85 €
Auto (8,3 km)	10 Min	17 Min (29 Min)	39 Min	2,49 € [1,70 €]
Fahrrad Veloroute 5 West (8.307 m)	4 Min	31 Min	36 Min	0,42 €
U/S Barmbek -> Rathausmarkt [Wiesendamm -> Jungfernstieg]				
S-Bahn	11 Min	15 Min	26 Min	2,85 €
Auto	10 Min	10 Min (15 Min)	20 Min	1,68 € [1,11 €]
Fahrrad Veloroute 5 Ost (5.512 m)	4 Min	18 Min	22 Min	0,28 €
U Mundsburg -> Rathausmarkt [Schürbecker Str./B5 -> Jungfernstieg]				
U-Bahn	13 Min	9 Min	22 Min	1,85 €
Auto (3,5 km)	10 Min	8 Min (12 Min)	22 Min	1,09 € [0,76 €]
Fahrrad Veloroute 5 (3.248 m)	4 Min	14 Min	18 Min	0,16 €

Tab. 12: Konkurrenzfähigkeit des Radverkehrs entlang der Veloroute 5 West: Fahrzeitvergleiche von ausgewählten Quelle-Ziel-Relationen verglichen mit Nahverkehr und MIV. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Per Fahrrad erreicht man auf den ausgewählten Fahrten entlang der Veloroute 5 West immer schneller das Ziel als mit dem schienengebundenen Nahverkehr und dem PKW.

²⁹ Es ist eine Busverbindung mit 5 Min geringerer Reisezeit vorhanden (ohne Verkehrsbehinderungen), durch einen 20-Minuten-Takt jedoch mit 5 Min längerer durchschnittlicher Wartezeit - daher wird die Bahn-Verbindung gewählt.

Potential als ein Hamburger Radschnellweg

Mindestanforderungen:	Hamburger Radschnellweg, Realisierungsstufe 1 bis 2015	Veloroute 5 West	Anforderung erfüllt?
Maximale Wartezeit an Knoten	60 Sekunden	80 Sekunden (Saarlandstr./Langenfort)	nein
Bei 15-20 km/h Fahrtunterbrechung (oder starke Verlangsamung) höchstens alle...	1 km	LSA-Abstand ca. 390 m, Grüne Welle nicht untersucht, nicht genug Testfahrten zur Beurteilung	?
Durchgängige Mindest-Fahrwegbreite	1,3 m	Saarlandstraße, Rückrichtung 320 m nur ca. 50 cm Breite, Alte Wöhr 50m nur ca. 1 m, sonst >1,5m.	nein
Durchgängige Mindestqualität für Bodenbelag	Gefaste Betonsteine in normalem Zustand (>60 % nach Quantifizierungsverfahren, <17 mJ/(kg*m) nach Energieverfahren)	70 %, 11,8 mJ/(kg*m)	ja
Raumdurchlässigkeit	>12 km/h	12,7 km/h	ja

Tab. 13: Überprüfung der Anforderungen zur Einstufung der Veloroute 5 West als Hamburger Radschnellweg.

Die Veloroute 5 West von Suhrenkamp bis Hamburger Straße könnte den Status als Hamburger Radschnellweg nach der vorgegebenen Definition bekommen. Hierzu müssten lediglich auf insgesamt 370 m Länge der Radweg verbreitert und an 16 LSA (Hin- und Rückweg zusammen, siehe Tabellen 6 und 8) die maximale Wartezeit durch Verlängerung der Freigabezeit verkürzt werden. Dies könnte durch die Einführung einer eigenen Radverkehrssignalisation erreicht werden, da an allen bis auf 3 der betroffenen LSA der Radverkehr noch gemeinsam mit dem Fußverkehr signalisiert wird. Das Kriterium der Fahrtunterbrechungen ist mit dem vorliegenden Datenbestand nicht sicher zu beurteilen. Bei den Testfahrten habe mir zwar Grüne Welle-Fahrten an einigen Ampeln erlebt, konnte diese aber nicht durch genügend zusätzliche Testfahrten sicher bestätigen. Ohne weitere Aufwertungsmaßnahmen vor allem im Bereich Knotenbevorzugung erfüllt der Westast der Veloroute 5 noch nicht die Kriterien als "Hamburger Radschnellweg".

5.3. Alternative Routenführung und Aufwertungspotential

Alternativrouten

Durch die bereits bestmögliche Direktheit der Route gibt es nur wenig Optimierungspotential bei der Routenführung. Einzig auf dem Abschnitt von der City-Nord zur Saarlandstraße nordöstlich des Stadtparks bieten sich Alternativrouten für Hin- und Rückrichtung an. Der Kleingartenweg und der Gehweg unter der östlichen Unterführung der Jahnbrücke (Streckenabschnitte Nr. 8-11 auf dem Hinweg, siehe Tabelle 5) sind in sehr schlechtem Zustand – wenngleich dies durch den guten Asphalt am Saarlandstieg wettgemacht wird. Auf dem Hinweg ist der Abzweig in Richtung der Kleingärten leicht zu übersehen und auf das Gelände des Asylantenheims im Dakarweg zu fahren, intuitiver. Die Fahrt durch die Kleingärten macht am Knoten Saarlandstraße/Alte Wöhr die Überquerung der Straße an einer LSA mit kurzer Freigabezeit erforderlich, die sogar noch als Drückkempel ausgeführt ist. Die Alternativroute durch den Caracasweg und die westliche Unterführung (Abb. 20) ist einfacher zu finden und umgeht die Ampel. Am Stadtpark entlang ist der Radweg im Gegensatz zu den Kleingartenwegen deutlich vom Gehweg getrennt und bietet mehr Raumreserve für einen breiteren Radwegneubau.

	Ist-Route Kleingärten	Alternative Stadtpark
Fahrzeit [Min]	3:50	3:46
[zusätzliche Messergebnisse]	[3:10]	
Streckenlänge	916 m	930 m
Querungen / davon LSA	1 / 0	1 / 1
Abbiegevorgänge	4	3
Bodenbelagsqualität nach Quantifizierungsverfahren	79 %	64 %
Bodenbelagsqualität nach Energieverfahren	22,8 MJ/(kg*m)	24,2 MJ/(kg*m)

Tab. 14: Übersicht der Qualitätsmerkmale der Ist-Route und der Alternative für den Hinweg der Veloroute 5 West am Stadtpark (siehe Abb. 20). Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Die Fahrzeit auf der Ist-Route variiert sehr stark, weil sie davon abhängt, ob und wie lange man an der Ampel über die Saarlandstraße warten muss (siehe Tabelle 6, Nr. 8). Die Gehwegschäden im Caracasweg, die lange Strecke auf wassergebundenem Belag von der Unterführung bis zur Saarlandstraße und der mit gefasteten Steinen gepflasterte Radweg dort führen jedoch insgesamt zu einer schlechteren Bodenbelagsqualität der alternativen gegenüber der gegenwärtigen Routenführung über Asphalt. Dies sind jedoch behebbare, nicht der Routenführung geschuldete, Mängel.



Abb. 20: Veloroute 5 West nordöstlich des Stadtparks mit Ist-Route (blau) für Hin- und Rückrichtung und Alternativrouten (weiß) für Hinrichtung (links) und Rückrichtung (rechts). Markierte Orte: siehe Tab. 15.

Nr.	Mangel oder Querung:
1	Engstelle durch Poller
2	Engstelle durch Poller, T30-Querung mit wenig Verkehr
3	Gehwegschäden

4	Abzweig leicht zu übersehen, Geradeausfahrt intuitiv
5	Engstelle durch Poller
6	LSA, Freigabezeit 10s, Umlaufzeit 90s, Signal: Fußgänger, Drückampel

Tab. 15: Beschreibung ausgewählter Stellen auf der Veloroute 5 West am Stadtpark und der vorgestellten Alternativroute wie verortet auf Abb. 20.

Für den Rückweg schlage ich die Verlagerung der Route vom asphaltierten und verkehrsberuhigten Saarlandstieg auf den straßenbegleitenden Bordsteinradweg entlang der parallelen Saarlandstraße vor. Im jetzigen Zustand des Radwegs und vor allem des schmalen und stark beschädigten Durchgangsweges von der Saarlandstraße zur Jahnbrücke (Abb. 21, eingezeichnet in Abb. 20, weiß mit Fahrtrichtung nach



Abb. 21: Durchgangsweg zwischen Saarlandstraße und Saarlandstieg: umwegig und in sehr schlechtem Zustand.

Norden) ist die Alternative zwar noch unbequemer zu fahren als die Ist-Route, dennoch konnte ich auf meinen Befahrungen mehrfach Radfahrerinnen diese Strecke fahren sehen und habe sie trotz Kenntnis der anderen Strecke auch selbst schon genutzt.

Die Ist-Route verläuft im Saarlandstieg auf 400 m gutem Asphalt und bietet geringeren Verkehrslärm. Der Zugang zum Saarlandstieg ist jedoch umwegig und unübersichtlich. Am Knoten Saarlandstraße/Alte Wöhr bietet sich intuitiv die Fahrt geradeaus an. Um zum Saarlandstieg zu gelangen, müsste man nämlich zweimal abbremsen und abbiegen, auf der falschen Straßenseite fahren und eine Rampe überwinden.



Abb. 22: Fotomontage einer möglichen, direkten Radwegführung als Abzweig von der Saarlandstraße durch die Grünanlage bis unter die

Um die vorgeschlagene direkte und schnellste Route bequem befahrbar zu machen, bräuchte es eine bauliche Verbesserung des Radweges, hauptsächlich aber eine breite, bequeme Durchleitung für den Radverkehr von der Saarlandstraße zur Unterführung unter der Jahnbrücke (siehe Fotomontage auf Abb. 22). Hierfür ist genug Fläche auf der Grünfläche vorhanden.

Unter der Jahnbrücke ist viel Platz vorhanden. Der enge Gehweg, den der Radverkehr momentan mitnutzt, sollte durch einen begleitenden Radweg entlastet werden. Dadurch ließe sich auch die unübersichtliche und somit zum Abbremsen zwingende nördliche Ausfahrt aus der Unterführung großzügiger und sicherer gestalten.

	Ist-Strecke Kleingärten	Alternative Saarlandstraße
Streckenlänge	484 m	452 m
Abbiegevorgänge	2	0

Tab. 16: Übersicht der Qualitätsmerkmale der Ist-Route und der Alternative für den Rückweg der Veloroute 5 West am Stadtpark (siehe Abb. 20). Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Die bestehende Führung hat den Vorteil auf Hin- und Rückweg gleich zu sein, wohingegen die Alternative für jede Richtung eine separate Lösung erfordert.

Im Rahmen der Alternativroutensuche habe ich mich mit verschiedenen Optionen zur Leitung der Route von der U-Bahn Sengelmannstraße über die Straßenbrücken, den inneren Grünstreifen der City Nord und durch den Stadtpark auseinandersetzt. Prinzipiell können dadurch zwei LSA-Knoten umgangen und eine sehr attraktive Route abseits des Straßenverkehrs erreicht werden. Der kürzestmögliche Umweg hierfür ist jedoch mit 11 % (220 m, siehe Abb. 23) zu lang. Das Abbiegen auf diese Route ist nicht intuitiv und müsste durch begründete Beschilderung "erzwungen" werden. An den beiden Fußgängerbrücken über Jahn- und Überseering muss jedes Mal eine beträchtlich und kraftraubende Steigung überwunden werden. Die Wege im Stadtpark sind nicht befestigt und schlecht beleuchtet und vor allem gibt es viele Begegnungen mit Fußgängerinnen. Daher habe ich diese Optionen im Anbetracht des kurzen Zeitrahmens verworfen und keine Bestandsaufnahme oder Fahrzeitmessungen durchgeführt. Die Einrichtung einer attraktiven Nebenroute wäre noch zu diskutieren.



Abb. 23: Möglichkeit einer landschaftlich attraktiven und ampelfreien Nebenroute (weiß), durch den Umweg jedoch kein Ersatz für schnelles und sicheres Vorankommen im Alltag auf der Veloroute 5 West (blau).

Für den gemeinsamen Routenabschnitt mit der Veloroute 5 Ost an der Hamburger Straße und am Mundsburger Damm gibt es keine Alternativroutenoptionen. Auf der gemeinsamen Alsterroute von Veloroute 5 und 6 besteht für den Rückweg eine sinnvolle Alternative. Diese wird in Abschnitt 8.3. beschrieben.

Aufwertungspotential

Zur Analyse der Problempunkte und Darstellung des Aufwertungspotentials gehe ich im Folgenden die Route in Hinrichtung stadteinwärts ab.

Der Radweg auf der stadteinwärts rechten Seite der Sengelmanstraße ist sehr schmal und teilweise überwachsen. Der Radweg auf der anderen Seite darf zwar auch in der Gegenrichtung befahren werden, ist breit und eben, erfordert allerdings Wartezeiten an zwei Ampeln, um ihn zu erreichen und wieder auf die "richtige" Seite zurückzukehren, was in der Praxis keine Radfahrerin machen würde. Dies betrifft den 440 m langen Abschnitt nördlich der Alsterbrücke. Wenn der Bordstein verkleinert wird, ist genug Platz für einen Radfahrstreifen (siehe Abb. 24). Zwischen Rasenkante und Fahrbahn stehen mit dem Sicherheitsstreifen und dem gegenwärtigen Radweg bereits 2 m zur Verfügung, was für einen Radfahrstreifen unter den vorherrschenden Bedingungen (hohe Kfz-Stärke, Geschwindigkeit durch regelmäßige Überschreitung real über 50 km/h) ausreicht. Hierfür müssten allerdings auch einige Signalanlagen wie z.B. am Knoten Maienweg (hinten zu sehen in Abb. 24) versetzt werden, weil sie auf dem Radfahrstreifen liegen würden.



Abb. 24: Der Radweg im nördlichen Teil der Sengelmanstraße stadteinwärts rechts ist sehr schmal (links). Wird die Bordsteinkante versetzt, bleibt genug Platz für einen Radfahrstreifen (Fotomontage rechts).

Die Vorteile mit einem Radfahrstreifen an den Knoten bestehen darin, dass erstens die Radfahrerinnen von den Autofahrerinnen beim Abbiegen besser gesehen werden, was die Sicherheit erhöht (in den Maienweg gibt es viele Linksabbieger). Zweitens müssen die Radfahrerinnen nicht die Bordsteinabsenkung hinunter und wieder hinauf fahren, sondern können den Knoten ebenerdig ohne Erschütterungen passieren. Weil die Sengelmanstraße auf diesem Abschnitt abschüssig ist und die Radfahrerinnen hohe Geschwindigkeiten erreichen können, wird dadurch die Sicherheit erhöht und eine höhere Fahrgeschwindigkeit ermöglicht. Im Bereich der Bushaltestelle Suhrenkamp liegt ein Engpass: der Radweg wird um ein Buswartehäuschen durch die wartenden Fahrgäste herum geführt. Auch diese Engstelle könnte durch den Radfahrstreifen umgangen werden und die Leichtigkeit des Radverkehrs sowie die Sicherheit der Fußgängerinnen erhöhen. Jedoch wäre für die Umgestaltung auch das Versetzen des Wartehäuschens erforderlich und weil kein Platz für eine Bushaltebucht ist, müsste der Radfahrstreifen im Haltestellenbereich unterbrochen werden (Abb. 25). Schmalere Radweg und Konfliktpunkt an Bushaltestelle: dieses Problem steht beispielhaft für viele Orte – nicht nur entlang der Veloroute 5. Aber nicht überall kann mit dem Radverkehr auf die Fahrbahn ausgewichen werden, wie es hier durch den breiten Gehweg möglich wird.



Abb. 25: Bushaltestelle Suhrenkamp stadteinwärts im Norden der Sengelmanstraße: ein Engpass für Fahrräder, die durch die wartende Gruppe Fahrgäste hindurch geführt werden.

Auf der Brücke über die Alster an der Rathenastraße und folgend ist der Radweg ausreichend breit und die räumlichen Bedingungen für einen Radfahrstreifen schwieriger. Die Maßnahme sollte also nur bis zur Brücke geführt werden.

Am Knoten Sengelmanstraße/Alsterdorfer Straße liegt momentan eine sehr umwegige und verkehrsfährdende Radverkehrsführung vor (siehe Abb. 26 und 27). Um auf die Verkehrsinsel zu gelangen, von der aus der Radweg über den Fußgängerüberweg und weiter entlang der Sengelmanstraße führt, müssen die Radfahrerinnen um ein Buswartehäuschen herumfahren und dahinter eine Abbiegespur überqueren. Durch das Wartehäuschen verdeckt, kommen die Radfahrerinnen, die auf dem Radweg zuvor weit weg von der Fahrbahn geführt wurden, erst spät in das Blickfeld der abbiegenden Autofahrerinnen, die beim Rechtsabbiegen auch den Kfz-Verkehr von links im Auge behalten müssen.



Abb. 26: Umwegige Führung und schlechte Sichtbarkeit des Radverkehrs um ein Wartehäuschen herum – Veloroute 5 West stadteinwärts, Sengelmanstraße Ecke Alsterdorfer Straße.

Die Radfahrerinnen werden durch die Richtungsänderung mit geringem Radius zum Abbremsen gezwungen und das an einer Stelle, an der die Straße stark bergauf führt. Selbst wenn sie durch diesen Umweg die grüne Ampel noch erreichen, haben sie viel Fahrt eingebüßt und müssen beim Bergauffahren die Energie wieder aufbringen. Sollten sie durch den Umweg die Grünphase verpassen, ist es besonders ärgerlich. In jedem Fall ist die Radverkehrsführung eine Zumutung für geradeausfahrende Radfahrerinnen. Ich schlage vor, den Radweg direkt über die Abbiegespur zu leiten und auf der Fahrbahn den Überquerungsbereich durch flächiges Auftragen roter Farbe deutlich zu kennzeichnen. Durch den Wegfall des Radweges ist auf dem Gehweg mehr Platz, das Wartehäuschen zu versetzen und sogar eine Bushaltebucht zu bauen, die die Abbiegespur bei der Fahrgastabfertigung frei hält (siehe Abb. 27).

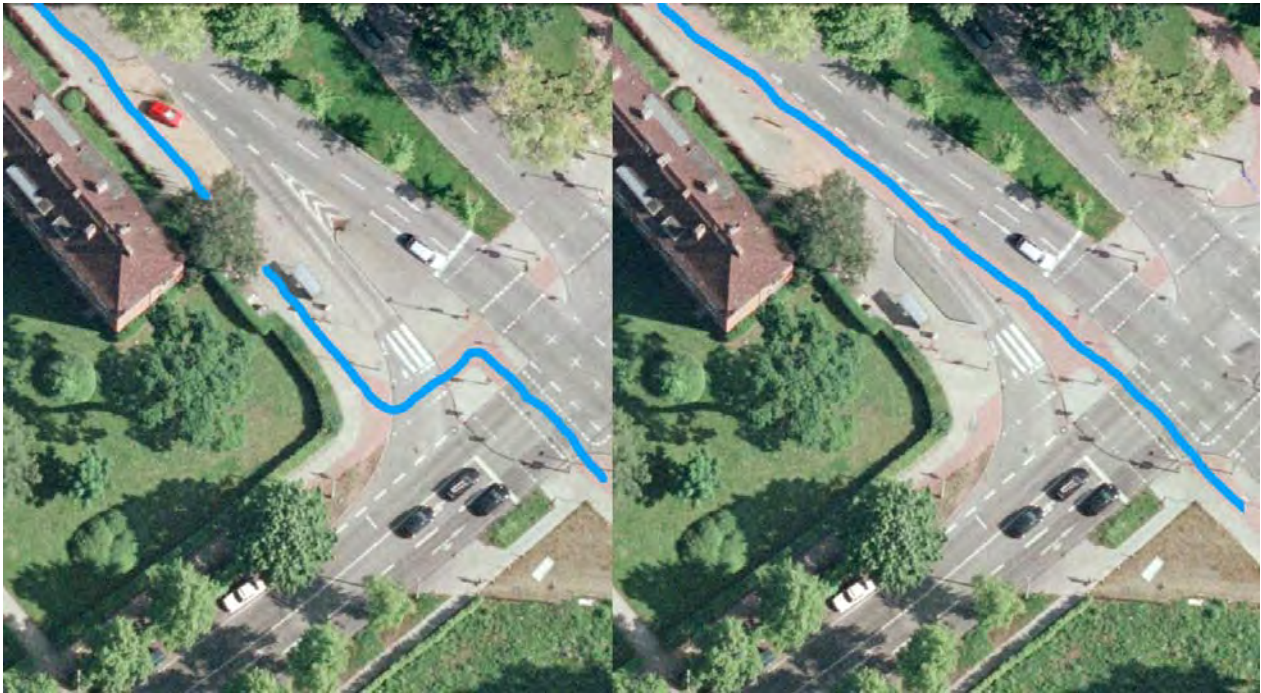


Abb. 27: Radverkehrsführung (blaue Linie) am Knoten Sengelmannstraße/Alsterdorfer Straße: links der Ist-Zustand, rechts eine Fotomontage des Aufwertungsentwurfs mit Bushaltebucht.

Die Sicherheit der Radfahrenden wird verbessert, weil sie schon vor dem Überfahren der Abbiegespur nah an der Fahrbahn und somit lange im Blickfeld der Autofahrenden geführt werden. Die Radwegfarbe auf der Fahrbahn signalisiert den Autofahrerinnen deutlich, dass sie einen kreuzenden Radweg überfahren. Eine aufgepflasterte Radfurt wäre auch möglich, sollte es starke Sicherheitsbedenken geben.

Am Knoten Sengelmannstraße Ecke Hebebrandstraße geht bei der Überquerung in Hin- wie Rückrichtung an zwei jeweils 2 LSA hintereinander viel Zeit verloren (siehe Tabelle 6 Nr. 6 und 7, Tabelle 8 Nr. 28 und 29 und Abb. 28). Durch viel Verkehr ist es sehr laut und während man auf der Verkehrsinsel wartet, ist man von Autos umringt. Es ist kein angenehmer Ort, an dem man gerne



Abb. 28: Blick von Norden auf den Knoten Sengelmannstraße/Hebebrandstraße (Fahrtrichtung stadteinwärts auf der Veloroute 5 West).Jahnbrücke.

lange verweilt. Durch den starken Kfz-Verkehr erscheint die Optimierung der Ampelschaltung zu-

gunsten des kreuzenden Radverkehrs schwer durchsetzbar. Die Hebebrandstraße verläuft im Bereich des Knoten jedoch gegenüber der Umgebung erhöht, sodass die Radfahrerinnen, die sich von Norden wie Süden der Kreuzung nähern, eine anstrengende Steigung überwinden müssen. Nach der Kreuzung geht es dafür in jede Richtung wieder lange bergab.

Dadurch bietet sich hier durch die vorhandenen Bodenhöhen die Möglichkeit an, eine Unterführung für den Radverkehr zu realisieren. Östlich des Knoten existiert sogar bereits eine Unterführung: die Hebebrandstraße verläuft dort nicht über einen Damm, sondern eine Brücke³⁰.

Wie in Abbildung 30 mit Nr. 1 eingezeichnet, bestünde also die Möglichkeit den Radverkehr



Abb. 29: Abfahrt mit langem Gefälle nach Überquerung des Knotens Sengelmannstraße/Hebebrandstraße stadteinwärts auf der Veloroute 5 West – unangenehmes Kopfsteinpflaster, aber viel Platz für bauliche Aufwertungsmaßnahmen.

stadtauswärts durch die bereits vorhandene Unterführung zu leiten. Dabei wären nur wenig Erd- bauarbeiten erforderlich und der minimale Umweg würde durch das Entfallen der ermüdenden Steigung und der langen Wartezeit bei der zweistufigen Straßenüberquerung mehr als kompensiert. Für die Radfahrerinnen stadteinwärts auf der anderen Straßenseite der Sengelmannstraße läßt die Topographie den Bau einer Unterführung zu, die jedoch – wenn das Layout der Kreuzung nicht verändert werden soll – mit mindestens 50 m Länge nicht so kostengünstig realisierbar ist (Abb. 30, Nr. 2). Eine solche Maßnahme würde die Fahrzeit um mindestens 1 bis 2 Minuten verkürzen (gesparte Wartezeit an LSA, Geschwindigkeitsreduktion durch Steigung, Anfahren).

³⁰ Das Planungsteam der Stadtbahn Hamburg hat diese auf einer Infoveranstaltung mal als "Soda-Brücke" bezeichnet, weil sie keinen erkennbaren Zweck erfüllt und einfach nur "so da" ist.

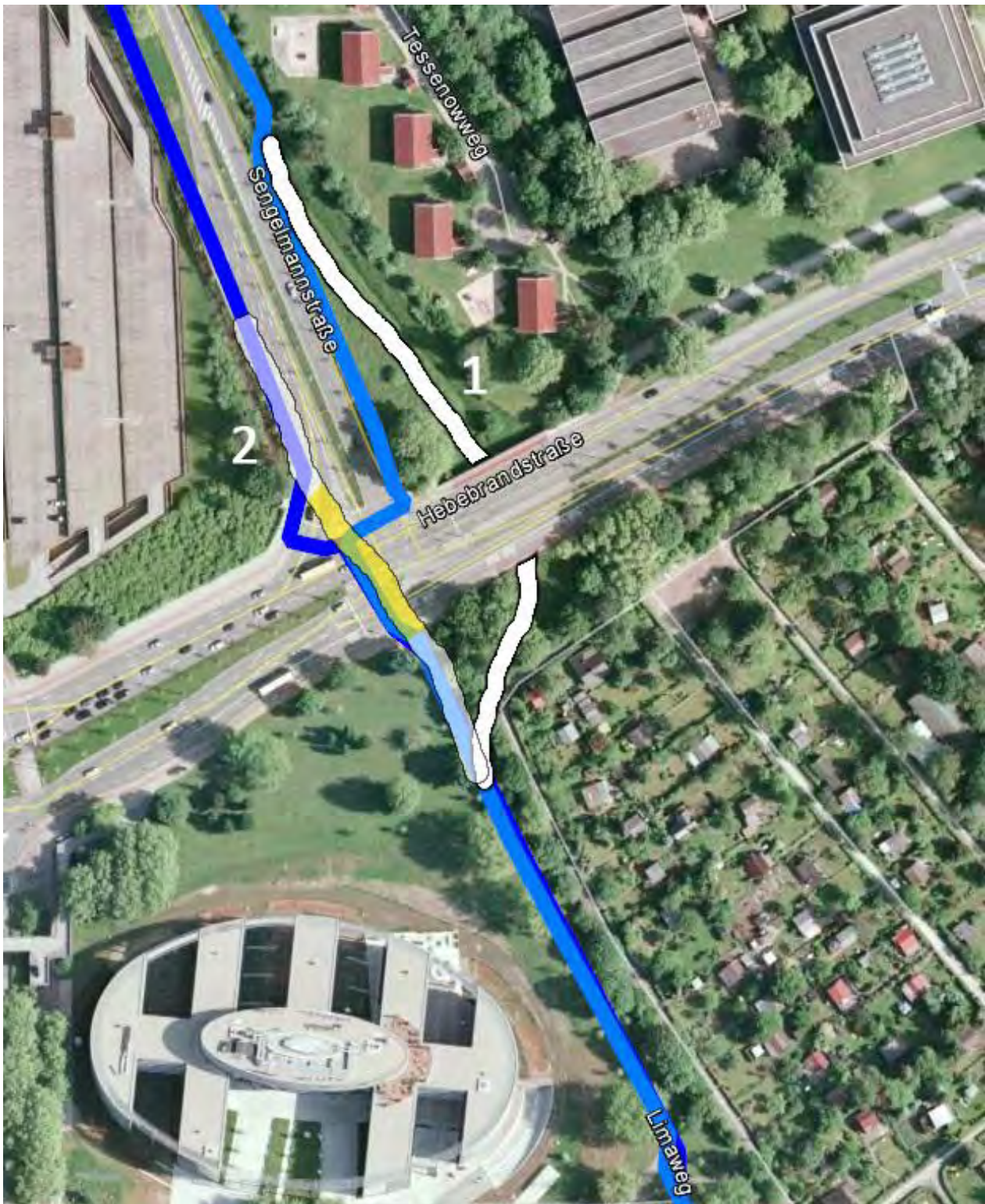


Abb. 30: Verlauf der Veloroute 5 West am Knoten Sengelmannstraße/Hebebrandstraße (dunkelblau: Hinrichtung, hellblau: Rückrichtung). 1: Alternative Führung unter einer vorhandenen Brücke für die Rückrichtung, 2: Möglicher Verlauf einer Unterführung für den Radverkehr in Hinrichtung (gelb: Tunnelstrecke, ca. 50 m lang).

Die LSA für Rad- und Fußverkehr über die Straße Südring am Stadtpark macht den Eindruck einer zu langen Sperrzeit, bzw. einer zu langen Freigabezeit für die Linksabbieger aus der Saarlandstraße. Wann immer ich am Knoten war, bogen kaum oder gar keine Autos ab und ich wartete vor der

roten Ampel ohne erkennbaren Sinn. Hier könnte sicherlich die Schaltung optimiert und bedarfsgerechter eingestellt werden, um eine unnötig lange Fahrtunterbrechung zu vermeiden.

Die Straßenüberquerung am Knoten Saarlandstraße/Wiesendamm ist für unaufmerksame Radfahrerinnen gefährlich. In beiden Richtungen erfolgt die Querung über eine geteilte Ampel in zwei Abschnitten mit einer großen Mittelinsel dazwischen. Die Freigabezeit des hinteren Abschnittes beginnt später als die des vorderen. Wenn man Grün bekommt, darf man also nur auf die Mittelinsel fahren und muss dort auf das zweite Grün warten. An den meisten Kreuzungen kann man bei Grün alle Fahrbahnen überqueren – das ist man gewöhnt. Wenn man nicht aufmerksam ist und beim ersten Grün auch auf den zweiten Fahrbahnabschnitt fährt, begeht man ungewollt eine gefährliche Sperrzeitverletzung bei schnellem, querenden Verkehr. In meine Zeitmessungen und Notizen vertieft, ist mir auf einer Dokufahrt genau das passiert. Ich habe aber keine weitere Recherche zur Unfallhäufigkeit an diesem Knoten durchgeführt.

Die Schaltung sollte dieses Risiko ausschließen und beide Fahrbahnabschnitte so freigeben, dass, wenn man auf dem Rad die Mittelinsel erreicht, der zweite Abschnitt freigegeben wird. Hierbei könnte womöglich die Installation einer Fahrradampel helfen. Da mir der Signalplan und die Verkehrsstärken nicht bekannt sind, stelle ich keinen Signalplanentwurf auf.

Neben diesen Problempunkten ist das größte allgemeine Problem der abschnittsweise schlechte Zustand des Bodenbelags, der in den Tabellen 5 und 7 zu entnehmen ist und eine Sanierung erforderlich macht. Ein Beispiel zeigt Abbildung 31.



Abb. 31: Veloroute 5 West stadteinwärts: Starke Radwegschäden und stellenweise Ausbesserungen an der Adolph-Schönfelder-Straße zwischen Desenißstraße und Beim Alten Schützenhof.

Hamburger Straße

Der Abschnitt Hamburger Straße bis Mundsburger Brücke, den Velo-

route 5 Ost und West gemeinsam haben, ist in Hin- wie Rückrichtung bereits bestmöglich realisiert – mit zwei kleinen Ausnahmen: auf dem Rückweg entlang der Oberaltenallee ist bislang nicht auch ein hoher Qualitätsstandard wie auf der anderen Straßenseite (Hamburger Straße) realisiert worden, obwohl die räumlichen Verhältnisse dies zulassen würden. Da auf der Hamburger Straße der

Radschnellweg in beiden Richtungen benutzt werden kann, bietet es sich an, bei Weiterfahrt auf Veloroute 5 West bereits vom Mundsburger Damm auf diese Straßenseite zu wechseln, was etwas Zeit spart und wesentlich bequemer ist. Ein Hinweisschild sollte auf diese Möglichkeit hinweisen, solange die Oberaltenallee keinen Ausbau bekommen hat. Die Überquerung der Straße Lerchenfeld von der Verkehrsinsel aus, auf der sich auch die U-Bahnhaltestelle Mundsburg befindet, ist durch den extrem starken Fußgängerverkehr sehr unübersichtlich (Abb. 32 und 33).



Abb.32: Viel Fußverkehr behindert den Radverkehr bei der Überquerung der Straße Lerchenfeld.

Es gibt kaum Möglichkeiten, bei der bestehenden Verkehrsführung die Verkehrsströme zu trennen und die Konfliktflächen (Abb. 33, blaue Flächen) aufzulösen. Vielleicht könnte eine nach modernem Verständnis relativ extreme Maßnahme wie eine Fußgängerbrücke, von der es an der Hamburger Straße bereits mehrere gibt, die Anzahl der auf der Bodenebene kreuzenden Fußgänger reduzieren. Für Fußgänger könnte auch ein Mehrwert entstehen, wenn sie direkt auf der Höhe der Bahnsteige zur Station geleitet würden. Seitens der Stadtgestaltung würde dies jedoch eine maßgebliche optische Veränderung an dem schönen Haltestellengebäude erforderlich machen. Und, wie gesagt, widerspricht es dem modernen Verständnis von Fußverkehrsführung und den Ansprüchen an Barrierefreiheit.

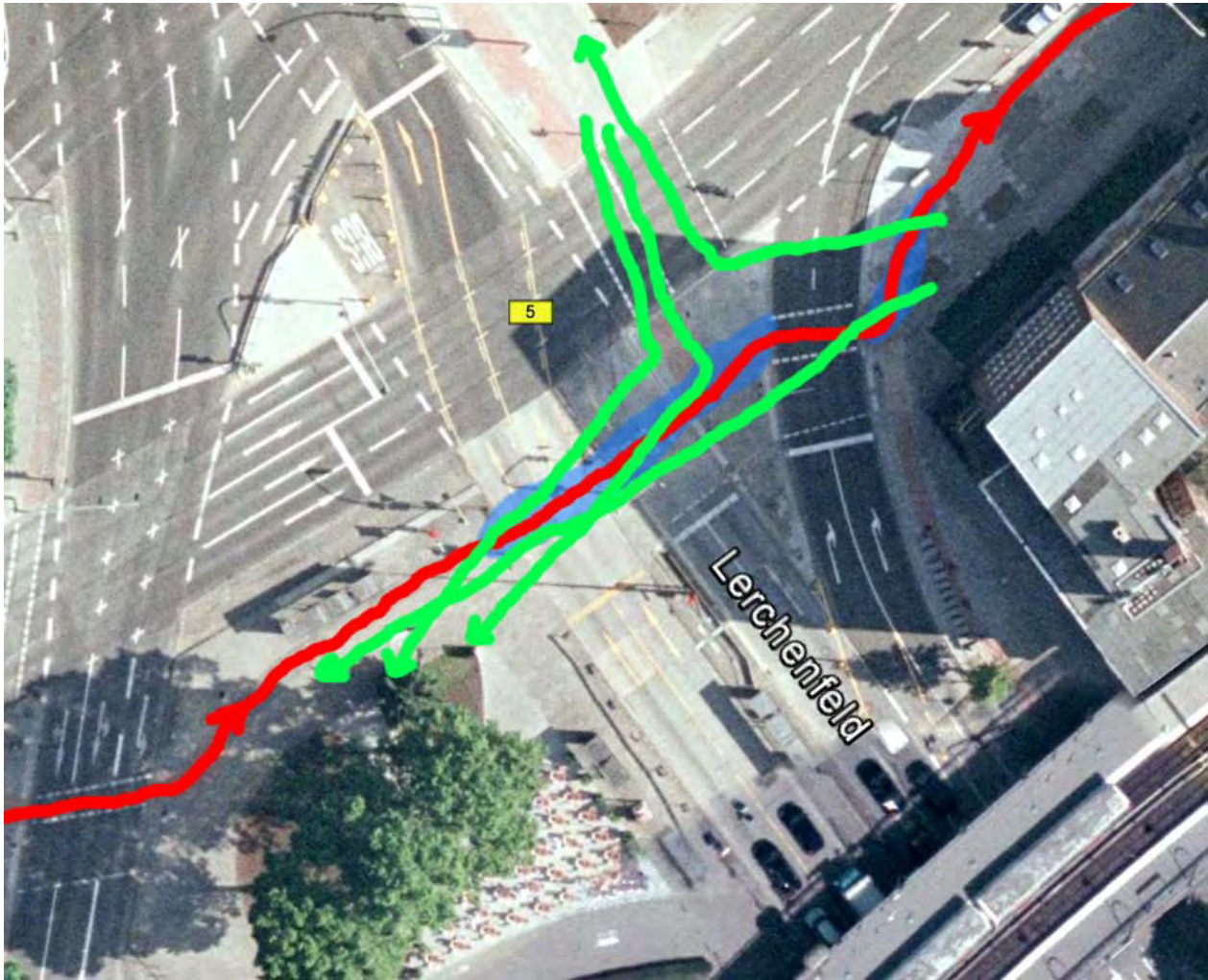


Abb. 33: Knoten Hamburger Straße/Lerchenfeld auf der Rückrichtung von Veloroute 5 Ost und West. Fußgängerströme (grün) kreuzen den Radverkehrsstrom (rot) – dadurch entstehen Konfliktsflächen (blau).

Für Aufwertungsentwürfe der gemeinsamen Alster-Route siehe Abschnitt 8.3..

6. Veloroute 5 Oststrecke

6.1. Bestandsaufnahme

Der Ost-Ast der Veloroute 5 von der S-Bahnhaltestelle Poppenbüttel bis zur Hamburger Straße ist baulich sehr inhomogen und in seiner Führung umwegig, stark verwinkelt und wenig intuitiv. Ohne Karte oder Kenntnis der Strecke würden Radfahrerinnen an vielen Stellen eine andere Route wählen. In Poppenbüttel führt die Route mit mehrmaligem Abbiegen durch ruhige Wohngebiete auf der Fahrbahn zur Saseler Chaussee. Dort beginnt ein geradliniger Abschnitt auf dem straßenbegleitenden Bordsteinradweg von guter Qualität bis zum Knoten an der Berner Chaussee. Dort

biegt die Route abrupt in einen unscheinbaren und kaum einsehbaren Gehweg (mit Radweg) rechts ab, durch den sie auf die Fabriciusstraße führt. Auf der Fabriciusstraße geht die Fahrt über teils schlechte Radwege und über die Kreuzung an der Steilshooper Allee weiter, bis die Route rechts ins Wohngebiet in die Owiesenstraße auf die Fahrbahn führt. Von der Olewischtwiet führt sie erneut rechts durch einen unscheinbaren und leicht zu übersehenden Gehweg zum Appelhoffweiher, einem Rückhaltebecken der Seebek. An der Südseite des Sees biegt die Veloroute scharf nach links auf einen asphaltierten Gehweg ab, von dem es am Ende rechts auf die Fahrbahn der Richeystraße geht. Nach einer aufwändigen Straßenüberquerung an der Steilshooper Allee führt die Route auf einem sehr schlechten und engen Bordsteinradweg die Rümkerstraße entlang (viele Radfahrerinnen bevorzugen hier die Fahrbahn). Am folgenden LSA-Knoten ohne direktes Linksabbiegen (wenn man dem Radweg folgt) biegt man links auf den asphaltierten, aber auch als Gehweg genutzten Radweg in der Otto-Speckter-Straße (auch hier bietet sich die Nutzung der Fahrbahn an). Vor dem Knoten Schwalbenplatz/ Habichtsplatz endet der Bordsteinradweg und führt über einen hohen Kantstein auf einen 50 m langen hinter parkenden Kfz versteckten Radfahrstreifen. In der Straße Schwalbenplatz fährt es sich sehr bequem auf der Asphalt-Fahrbahn, bis diese in Höhe der U-Bahnbrücke in die Schwalbenstraße über 500 m Kopfsteinpflaster führt. Die Schwalbenstraße endet an der Drosselstraße, von wo die U- und S-Bahn- sowie Bushaltestelle Barmbek auf der Fuhlsbüttler Straße und durch die eigentlich inzwischen für den Gegenverkehr gesperrte Poppenhusenstraße durch viel (Fuß-) Verkehr nicht ohne Behinderungen umfahren wird (siehe Abb. 34).

Nach der Poppenhusenstraße führt die Route durch Hufner- und Reesestraße auf einem teils schlechten Bordsteinradweg zum Knoten Reesestraße/Weidestraße. Es folgt ein Streckenabschnitt auf einer Asphaltfahrbahn parallel zur Hamburger Straße, der PKW-Abstellflächen erschließt. Die Route führt wieder auf den guten Bordsteinradweg der Hamburger Straße und auf einen 50 m langen Radfahrstreifen – unmittelbar vor dem Knoten Hamburger Straße/Adolph-Schönfelder-Straße, wo der West-Ast einmündet und der gemeinsame Abschnitt Hamburger Straße beginnt (siehe Abschnitt 5.2., S. 51). Der Rückweg folgt dem gleichen Verlauf auf der anderen Straßenseite, wodurch am Knoten Hamburger Straße/Weidestraße eine aufwändige Straßenüberquerung erforderlich ist. Dafür lässt sich dann die Poppenhusenstraße in Barmbek problemlos befahren.

Hinrichtung (stadteinwärts)

Streckenabschnitte nach Art, Bodenbelag, Zustand:

Nr.	Straßenname(n)	Länge [m]	Art	Boden	Zustand
1	Hennebergstraße	290	F30	A	+
2	Meinertstraße	320	F30	A	O
3	Weißdornweg	125	F30	A	O
4	Horstweg	300	F30	A	-
5	Pfeilshofer Weg	220	F50	KO	-
6	Saseler Chaussee	320	BR	BP	O
7	Saseler Chaussee	1320	BR	BP	+
8	Bramfelder Chaussee	1120	BR	BP	O
9	Fabricsiusstraße	170	F30	BG	O
10	Fabricsiusstraße	250	BR	BG	O
11	Fabricsiusstraße	300	BR	BP	+
12	Fabricsiusstraße	225	BR	BG	-
13	Fabricsiusstraße	725	BR	BG	O
14	Fabricsiusstraße	135	BR	A	-
15	Olewischtwiet	380	F30	A	O
16	Gehweg?	75	F00	A	-
17	Weg zum See?	175	F00	WA,FS	O
18	Weg am See bis Kleingärten	390	F00	A	O
19	Kleingärten bis Richeystraße	150	F00	WA	O
20	Richeystraße	370	F30	A	-
21	Steilshooper Straße	100	BR	BG/A	-
22	Rümkerstraße	375	BR	A	-
23	Otto-Speckter-Straße, Habichtsplatz	325	BR	A	O
24	Habichtsplatz	55	RS/F30	A	O
25	Schwalbenplatz	220	F30	A	+
26	Schwalbenstraße	575	F50	KO	-
27	Drosselstraße-Fuhlsbüttler Straße	200	BR	BP	+
28	Fuhlsbüttler Straße	100	F50	A	+
29	Wiesendamm	105	F50	A	+
30	Poppenhusenstraße	200	F50	A	O
31	Poppenhusenstraße	80	BR	BP	+
32	Reesestraße	185	BR	A	-
33	Reesestraße	285	BR	A	O
34	Hamburger Straße	65	BR	BP	+
35	Hamburger Straße	180	F50	A	O
36	Hamburger Straße	315	BR	BP	O
37	Hamburger Straße	65	RS	A	+
38	Hamburger Straße	700	BR	BP	+
39	Mundsburger Damm	155	BR	BP	O
40	Mundsburger Damm	60	BR	BG	O
41	Mundsburger Damm	175	BR	BP	O
42	Mundsburger Damm	100	BR	BG	-
43	Mundsburger Damm	140	BR	BP	O
44	Mundsburger Damm	100	BR	BG	O
45	Mundsburger Damm	130	BR	BG/A	-
46	Alsterweg, Schwanenwik	215	BR	BG	O
47	Alsterweg, An der Alster	945	BR	BG	O
48	Alsterweg, An der Alster	105	BR	BG	O
49	Ferdinandstor	200	BR	BP/A	O
50	Ballindamm	550	BR	BP	O

51	Jungfernstieg	175	BR/RS	BG/KO	O
----	---------------	-----	-------	-------	---

Tab. 17: Routenverlauf der Veloroute 5 Ost stadteinwärts von der S-Bahn Poppenbüttel bis Rathausmarkt nach Art und Zustand der Bodenbeläge. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Querungen und LSA:

Nr.	Ort	Art	Signal	Freigabezeit	Umlaufzeit
1	Hennebergstr./Meinertstr.	T50			
2	Weißdornweg/Horstweg	T30			
3	Horstweg/Pfeilshofer Weg	T50			
4	Bramfelder Chaussee/Rolfinckstr.	LSA	F	21	91
5	Bramfelder Chaussee	x			
6	Bramfelder Chaussee/Classenweg	x			
7	Bramfelder Chaussee/Eckerkamp	x			
8	Bramfelder Chaussee/Bramfelder Drift	x			
9	Bramfelder Chaussee/Sorbusallee	x			
10	Bramfelder Chaussee/Am Ehrenmal	LSA	F	60	90
11	Bramfelder Chaussee/Anderheitsallee	x			
12	Fabritiusstraße/Anderheitsallee	T30			
13	Fabritiusstraße/Seehofstraße	x			
14	Fabritiusstraße/Seehofstraße	x			
15	Fabritiusstr./Bramfelder Reder	x			
16	Fabritiusstr./Leeschenblick	LSA	F	36	75
17	Fabritiusstr./Steilshooper Allee	LSA	F	12	90
18	Richeystr./Buschkoppel	T30			
19	Steilshooper Str.	LSA	F	15	75
20	Steilshooper Str./Rümkerstr.	LSA	F	8	74
21	Rümkerstr./Schmachthäger Str.	x			
22	Rümkerstr./Elligersweg	LSA	F	15	40
23	Rümkerstr./Kießlingsstieg	x			
24	Rümkerstr./Otto-Speckter-Str.	LSA	F	12	36
25	Otto-Speckter-Str./Rümkerstr.	LSA	F	7	37
26	Otto-Speckter-Str./Wittenkamp	T30			
27	Habichtsplatz/Schwalbenplatz	LSA	F	10	90
28	Schwalbenplatz/Heidhörn	T30			
29	Schwalbenstr./Suhrweg	T30			
30	Schwalbenstr./Hellbrookstr.	LSA	F	10	45
31	Drosselstr./Fuhlsbüttler Str.	LSA	F	10	90
32	Fuhlsbüttler Str./Drosselstr.	LSA	F	25	90
33	Fuhlsbüttler Str./Pestalozzistr.	x			
34	Fuhlsbüttler Str./Wiesendamm/Popenhusenstr.	Z oder T50			
35	Popenhusenstr./Hufnerstr.	LSA	F	10	35
36	Hufnerstr./Osterbekstr.	LSA	F	50	90
37	Reesestr./Brucknerstr.	LSA	F	50	90
38	Reesestr./Lohkoppelstr.	x			
39	Hamburger Str./Weidestr.	LSA	F	13	90
40	Hamburger Str.	x (Zebrastreifen kreuzt)			
41	Hamburger Str./Berthastr.	T50			
42	Hamburger Str./Elsastr.	x			
43	Hamburger Str./Heidmannstr.	LSA	F	50	90
44	Hamburger Str./Humboldtstr.	LSA	F	10	45
45	Mundsburger Damm/Winterhuder Weg	LSA	F	25	90
46	Mundsburger Damm/Heideweg	x			
47	Mundsburger Damm/Uhlenhorster Weg	x			
48	Mundsburger Damm/Immenhof	LSA	F	18	45

49	Mundsburger Damm/Erlenkamp	x			
50	Mundsburger Damm/Hartwicusstr.	x			
51	Mundsburger Damm/Papenhuder Str.	LSA	F	44	90
52	Mundsburger Damm/Buchtstr.	LSA	F	38	90
53	Schwanenwik	LSA	F	44	90
54	Kennedybrücke	LSA	F	12	90
55	Kennedybrücke	LSA	R	40	90
56	Kennedybrücke	x			
57	Ferdinandstor	x			
58	Lombardsbrücke	LSA	R	22	90
59	Ballindamm/Jungfernstieg	LSA	F	8	60

Tab. 18: Querungen und LSA entlang des Routenverlaufs der Veloroute 5 Ost stadteinwärts von der S-Bahn Poppenbüttel bis Rathausmarkt. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Rückrichtung (stadtauswärts)

Streckenabschnitte nach Art, Bodenbelag und Zustand:

Nr.	Straßenname(n)	Länge [m]	Art	Boden	Zustand
1	Plan	80	F50	KO	+
2	Ballindamm	45	F50	A	O
3	Ballindamm	80	BR	BP	O
4	Ballindamm	500	BR	BG	O
5	Ballindamm	105	BR	BG	O
6	An der Alster	150	BR	BP	O
7	Alsterweg, An der Alster	945	BR	BG	O
8	Schwanenwik	308	BR	BG/A	O
9	Hartwicusstraße	160	F50	A	O
10	Hartwicusstraße, Taxibereich	30	F50	KO	O
11	Mundsburger Damm	580	BR	BP	O
12	Oberaltenallee	350	BR	BP	O
13	Oberaltenallee	165	BR	A/BP	O
14	Oberaltenallee	145	BR	BP	O
15	Hamburger Straße	610	BR	BP	O
16	Reesestraße	275	BR	A	-
17	Hufnerstraße	305	BR	A	O
18	Hufnerstraße	90	BR	BG	O
19	Poppenhusenstraße	105	SS	A	O
20	Poppenhusenstraße - Fuhlsbüttler Str.	255	F50	A	O
22	Fuhlsbüttler Str.	125	BR	BP	+
23	Fuhlsbüttler Str.	80	SS	A	+
24	Drosselstraße	50	BR	BP	O
25	Schwalbenstraße	60	F50	KO	+
26	Schwalbenstraße	85	F50	A	O
27	Schwalbenstraße	430	F50	KO	O
28	Schwalbenplatz	230	F50	A	O
29	Habichtspatz	90	BR	BG	O
30	Otto-Speckter-Straße	325	F50	A	O
31	Rümkerstraße	235	BR	A	O
32	Rümkerstraße	160	F00	BP	O
33	Steilshooper Straße	55	BR	BG	O
34	Richeystraße	370	F30	A	-
35	Kleingärten bis Richeystraße	150	F00	WA	O
36	Weg am See bis Kleingärten	390	F00	A	O
37	Weg zum See?	175	F00	WA FS	O

38	Gehweg?	75	F00	A	-
39	Olewischtwiet	380	F30	A	O
40	Fabriciusstraße	135	BR	A	-
41	Fabriciusstraße	575	BR	BG	-
42	Fabriciusstraße	295	BR	BG, A	O
43	Fabriciusstraße	620	F50	A	O
44	Fabriciusstraße	170	F30	BG	O
45	Bramfelder Chaussee	145	BR	BG	O
46	Bramfelder Chaussee	630	BR	BP	O
47	Bramfelder Chaussee	190	F00	BP	O
48	Bramfelder Chaussee	1060	BR	BP	O
49	Bramfelder Chaussee	85	F30/RS	A	O
50	Bramfelder Chaussee	195	BR	BP	O
51	Bramfelder Chaussee	55	F00	BP	O
52	Bramfelder Chaussee	340	BR	BP	O
53	Bramfelder Chaussee	45	F00	BP	O
54	Pfeilshofer Weg	230	F50	KO	O
55	Horstweg	300	F30	A	-
56	Weißdornweg	125	F30	A	O
57	Meinertstraße	320	F30	A	O
58	Hennebergstraße	290	F30	A	+

Tab. 19: Routenverlauf der Veloroute 5 Ost stadtauswärts von Rathausmarkt bis zur S-Bahn Poppenbüttel nach Art und Zustand der Bodenbeläge. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Querungen und LSA:

Nr.	Straße	Art	Signal	Freigabezeit	Umlaufzeit
1	Plan/Jungfernstieg	LSA	A	15	60
2	Ballindamm/Alstertor	LSA	F	24	60
3	Ballindamm/Gertrudenstr.	x			
4	Ballindamm/Brandsende	LSA	F	40	75
5	Ballindamm/Lombardsbrücke	LSA	R	25	75
6	Ballindamm/Lombardsbrücke	x			
7	Ferdinandstor/Holzdam	LSA	F	50	75
8	Ferdinandstor/An der Alster	LSA			
9	Hartwicusstr.	T50			
10	Papenhuder Str.	LSA	F	44	90
11	Mundsburger Damm	LSA	F	10	90
12	Mundsburger Damm/Immenhof	LSA	F	18	45
13	Mundsburger Damm/Birkenau	x			
14	Mundsburger Damm/Winterhuder Weg	LSA	F	20	90
15	Mundsburger Damm/Lerchenfeld	LSA	F	16	90
16	Oberaltenallee/Richardstr.	LSA	F	30	90
17	Oberaltenallee/Wagnerstr.	LSA	F	25	90
18	Hamburger Str./Marschnerstr.	x			
19	Hamburger Str./Volksdorfer Str.	x			
20	Hamburger Str./Wohldorfer Str.	x			
21	Hamburger Str./Dehnhaid	LSA	F	20	90
22	Dehnhaid/Barmbeker Markt	LSA	F	35	90
23	Dehnhaid/Weidestr.	LSA	F	6	90
24	Reesestr./Brucknerstr.	LSA	F	50	90
25	Hufnerstr./Flachland	LSA	F	8	90
26	Poppenhusenstr./Wiesendamm	T50			
27	Wiesendamm/Fuhlsbüttler Str.	T50			
28	Fuhlsbüttler Str./Pestalozzistr.	x			

29	Fuhlsbüttler Str./Drosselstr.	LSA	R	40	90
30	Schwalbenstr./Hellbrookstr.	LSA	F	10	45
31	Schwalbenstr./Pfeiffersweg	T30			
32	Schwalbenplatz/Heidhörn	T30			
33	Schwalbenplatz/Habichtsplatz	LSA	F	12	90
34	Otto-Speckter-Str./Wittenkamp	T30			
35	Rümkerstr./Langenfort	x			
36	Rümkerstr./Kernerreihe	x			
37	Rümkerstr./Krüßweg	x			
38	Rümkerstr./Elligersweg	LSA	F	15	40
39	Rümkerstr./Steilshooper Str.	LSA	F	12	72
40	Steilshooper Str./Richeystr.	T50			
41	Richeystr.	T30			
42	Olewischtwiet	T30			
43	Olewischtwiet	T50			
44	Steilshooper Allee/Fabriciusstr.	LSA	F	25	75
45	Fabriciusstr./Steilshooper Allee	LSA	F	9	80
46	Fabriciusstr./Glindwiese	x			
47	Fabriciusstr./Osterkirchstieg	x			
48	Fabriciusstr./Krügers Redder	x			
49	Fabriciusstr./Seekamp	x			
50	Fabriciusstr./Bräsigweg	x			
51	Fabriciusstr./Fritz-Reuter-Str.	T30			
52	Bramfelder Chaussee	LSA	F	12	98
53	Bramfelder Chaussee/Anderheitsallee	x			
54	Bramfelder Chaussee/Nüßlerkamp	x			
55	Bramfelder Chaussee/Königsberger Str.	LSA	F	60	90
56	Bramfelder Chaussee/Hirsekamp	x			
57	Bramfelder Chaussee/Maisredder	x			
58	Bramfelder Chaussee/Erbsenkamp	x			
59	Bramfelder Chaussee/Am Damm	LSA	F	48	90
60	Bramfelder Chaussee/Moosbeerweg	x			
61	Bramfelder Chaussee/Waldingstr.	x			
62	Saseler Chaussee/Farmsener Weg	LSA	F	14	90
63	Saseler Chaussee/Am Pfeilshof	LSA	F	8	
64	Weißdornweg/Wegzoll	T30			
65	Weißdornweg/Meinertstr.	T30			
66	Hennebergstr./Meinertstr.	T50			

Tab. 20: Querungen und LSA entlang des Routenverlaufs der Veloroute 5 Ost stadtauswärts von Rathausmarkt bis zur S-Bahn Poppenbüttel. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

6.2. Qualitätsbeurteilung

Veloroute 5 Ost - Abschnitt S-Bahn Poppenbüttel bis Hamburger Straße:

	Hinrichtung	Rückrichtung
Fahrzeit [Min]	41:14	39:08
Streckenlänge	11.225 m	11.397 m
Umfwegfaktor	1,21	
Querungen / davon LSA	42 / 17	48 / 13
Durchschnittl. LSA-Abstand	660 m	877 m
Abbiegevorgänge	18	23
Bodenbelagsqualität nach Quantifizierungsverfahren	70 %	70 %
Bodenbelagsqualität nach Energieverfahren	14,2 MJ/(kg*m)	14,8 MJ/(kg*m)
Einwohner im 300m-Umfeld	56.450 Ew	
Erschließungsqualität	5,0 Ew/m	
Raumdurchlässigkeit	9.348 m / 40:11 Min = 14,0 km/h	

Tab. 21: Übersicht der Qualitätsmerkmale der Veloroute 5 Ost von der S-Bahn Poppenbüttel bis Hamburger Straße. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Die Veloroute 5 Ost bis zur Hamburger Straße enthält ein hohes Verbesserungspotential. Mit einem Umwegfaktor von 1,21 liegen zwischen Luftlinie und Fahrstrecke über 20 % Umweg, obwohl die Route bis in die Innenstadt nicht die Richtung ändert wie der West-Ast. Im Norden entlang der Saseler und Bramfelder Chaussee verläuft sie sehr geradlinig und auf gutem Bodenbelag, ebenso im Süden ab der Haltestelle Barmbek. Dazwischen, auf der Strecke durch Barmbek-Nord und Bramfeld, sinkt der Durchschnitt für alle Merkmale durch: Kopfsteinpflaster (Schwalbenstraße), versteckte Abzweige (z.B. Olewischtwiet), umständliche Straßenüberquerungen (Rümkerstraße) und stressige Verkehrssituationen (Haltestellenbereich Barmbek). Alle diese Probleme einzeln planerisch und baulich zu lösen, ist mit großen Schwierigkeiten verbunden, die sich letztendlich in Kosten niederschlagen. Die beste Lösung ist vorläufig, das "Problemgebiet" auf einer Alternativroute zu umfahren, wie ich im folgenden Abschnitt zeigen werde. Die Erschließungsqualität ist dort mit 5 Einwohnerinnen pro Meter Veloroutenstrecke sehr gut. Dies liegt vor allem an der Führung durch die Wohngebiete in Barmbek. Der LSA-Abstand ist mit über 600 m bzw. über 800 m sehr hoch, wiegt den Umweg jedoch nicht auf: die Raumdurchlässigkeit ist 14 mit km/h verbesse-

rungswürdig. Zwischen der Haltestelle Barmbek und der Hamburger Straße liegen 3 StadtRAD-Verleihstationen dicht an der Route.

Veloroute 5 Ost - gesamt (S-Bahn Poppenbüttel bis Rathausmarkt):

	Hinrichtung	Rückrichtung
Fahrzeit [Min]	57:15	56:11 [55:38]
Streckenlänge	15.213 m	15.529 m
Umfwegfaktor	1,18	
Querungen / davon LSA	59 / 28	66 / 30
Durchschnittl. LSA-Abstand	543 m	518 m
Abbiegevorgänge	22	30
Bodenbelagsqualität nach Quantifizierungsverfahren	70 %	70 %
Bodenbelagsqualität nach Energieverfahren	14,2 mJ/(kg*m)	13,8 mJ/(kg*m)
Einwohner im 300m-Umfeld	73.100 Ew	
Erschließungsqualität	4,81 Ew/m	
Raumdurchlässigkeit	13.002 m / 56:21 Min = 13,8 km/h	

Tab. 22: Übersicht der Qualitätsmerkmale der Veloroute 5 Ost von der S-Bahn Poppenbüttel zum Rathausmarkt. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Betrachtet man die gesamte Veloroute 5 Ost bis zum Rathausmarkt, ändern sich Bodenbelagsqualität, Erschließungsqualität und Raumdurchlässigkeit nur geringfügig. Der zusätzliche Abschnitt von ca. 4 km von der Hamburger Straße zum Rathausplatz macht nur ca. 1/3 Anteil an der Gesamtstrecke aus und kann die Durchschnittswerte nicht mehr stark verändern. Die Bodenbelagsqualität in Rückrichtung nach Energieverfahren nimmt mit 7 % leicht ab, was sich im Ergebnis des Quantifizierungsverfahrens nicht niederschlägt.

Der gemeinsame Routenabschnitt von Veloroute 5 Ost und West ist bereits in Abschnitt 5.2. (S. 52) bewertet worden, die Alster-Route folgt in Abschnitt 8.2. (S. 111).

Konkurrenzfähigkeit

Beispielrechnung: Die S-Bahn benötigt von der Haltestelle Poppenbüttel, dem Startpunkt des betrachteten Veloroutenabschnitts, bis zur Haltestelle Jungfernstieg, die ca. 8 Min Fußweg vom Zielpunkt am Rathausmarkt entfernt liegt, 32 Min Fahrzeit. Die S-Bahn verkehrt werktags von 05:00 morgens bis ca. 23:00 im 10-Minuten-Takt, es entstehen also durchschnittlich 5 Minuten Wartezeit vor Fahrtantritt. Als Zugangszeit zur Haltestelle werden 5 Minuten angenommen, was einem Fußweg von ca. 300 m entspricht. Die Reisezeit mit der S-Bahn von der Haltestelle Poppenbüttel bis zum Rathausmarkt beträgt demnach $6 + 5 + 32 + 8 = 51$ Min

Verkehrsmittel	Zu- und Abgangszeit	Fahrzeit (inkl. Umsteigen)	Reisezeit	Kosten [nur Benzin]
S Poppenbüttel -> Rathausmarkt [Stormarnplatz-Jungfernstieg, Hamburg]				
S-Bahn	19 Min	32 Min	51 Min	2,85 €
Auto	10 Min	21 Min (33 Min)	43 Min	4,26 € [2,46 €]
Fahrrad Veloroute 5 Ost	4 Min	57 Min	61 Min	0,76 €
Fahrrad Veloroute 5 Alternative Bramfelder Chaussee	4 Min	51 Min	55 Min	0,72 €
S Poppenbüttel -> U/S Barmbek [Stormarnplatz -> Wiesendamm]				
S-Bahn	12 Min	17 Min	29 Min	2,85 €
Auto	10 Min	13 Min (21 Min)		2,79 € [1,50 €]
Fahrrad Veloroute 5 Alternative 1 (9.024m)	4 Min	31 Min	35 Min	0,45 €
U/S Barmbek -> Rathausmarkt [Wiesendamm -> Jungfernstieg]				
S-Bahn	11 Min	15 Min	26 Min	2,85 €
Auto	10 Min	10 Min (15 Min)	20 Min	1,68 € [1,11 €]
Fahrrad Veloroute 5 Ost (5.512 m)	4 Min	18 Min	22 Min	0,28 €

Tab. 23: Konkurrenzfähigkeit des Radverkehrs entlang der Veloroute 5 Ost: Fahrzeitvergleiche von ausgewählten Quelle-Ziel-Relationen verglichen mit Nahverkehr und MIV. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Potential als ein Hamburger Radschnellweg

Mindestanforderungen:	Hamburger Radschnellweg, Realisierungsstufe 1 bis 2015	Veloroute 5 Ost	Anforderung erfüllt?
Maximale Wartezeit an Knoten	60 Sekunden	84 Sekunden (Dehnheide/Weidestr.)	nein
Bei 15-20 km/h Fahrtunterbrechung (oder starke Verlangsamung) höchstens alle...	1 km	Durchschn. LSA-Abstand ca. 530 m	?
Durchgängige Mindestfahrwegbreite	1,3 m	<1 m (Fabriciusstr., Steilshooper Str., Rümkerstr. insg. ca. 1 km <1,30 m)	nein
Durchgängige Mindestqualität für Bodenbelag	Gefaste Betonsteine in normalem Zustand (>60 % nach Quantifizierungsverfahren, <17 mJ/(kg*m) nach Energieverfahren)	70 %, 14 mJ/(kg*m)	ja
Raumdurchlässigkeit	>12 km/h	13,8 km/h	ja

Tab. 24: Überprüfung der Anforderungen zur Einstufung der Veloroute 5 West als Hamburger Radschnellweg.

Insgesamt 21 LSA auf Hin- und Rückweg weisen je eine maximale Wartezeit (Umlaufzeit minus Freigabezeit) von über 60 Sekunden auf. Von diesen Ampeln ist erst eine mit einem separaten Signal für den Radverkehr ausgerüstet. Auf etwa 1 km ist der Fahrweg weniger als 1,3 m breit. Der Ostast der Veloroute 5 von Poppenbüttel bis zum Rathausmarkt erfüllt noch nicht die Kriterien eines "Hamburger Radschnellweges", hat jedoch das Potential. Wie schon beim Westast ist auch hier die Benachteiligung des Radverkehrs an den LSA der maßgebliche Nachteil. Nichtsdestotrotz wird eine erhebliche Aufwertung durch eine Alternativroute erreicht werden.

6.3. Alternative Routenführung und Aufwertungspotential

Alternativrouten

Wie bereits dargestellt, ist der Routenabschnitt von Bramfelder Chaussee Ecke Durchgang zur Fabriciusstraße durch Barmbek bis Dehnheide sehr umwegig geführt und weist an vielen Stellen Mängel und Probleme auf. Mit diesem Abschnitt beschäftige ich mich zuerst. Er vermindert den Durchschnitt aller Qualitätsmerkmale mit Ausnahme der Erschließungsqualität. Beim Einbiegen in den Pfeilshofer Weg, die Fabriciusstraße, die Owiesenstraße, den Gehweg zum Appelhoffweiher,

die Richeystraße, die Drosselstraße und den Wiesendamm gelangt die Radfahrerin jeweils auf einen umwegigen Streckenabschnitt, der genau rechtwinklig zur Luftlinie zum Ziel in der Innenstadt verläuft. Daher wäre an vielen dieser Orte eine gute Ausschilderung erforderlich, um ein intuitives Fortsetzen der Fahrt auf einer direkteren Route zu verhindern.

Es drängt sich die Frage nach dem Grund derartiger Routenplanung auf. Ich vermute hinter der umwegigen und verwinkelten Routenführung der Veloroute 5 Ost folgende Ziele:

1. Der wichtige Nahverkehrsknoten Barmbek sollte angefahren werden,
2. der Weg am See Appelhoffweiher (Rückhaltebecken der Seebek) sollte als landschaftlich attraktive Strecke abseits der lauten Straßen in die Route eingebunden werden und
3. die Vermeidung von Hauptstraßen und Bevorzugung von Nebenstraßen.

Der eigentlichen Aufgabe der Velorouten als direkte Schnellwege vom Umland in die Innenstadt entspricht eine solche Routenführung nicht.

Schließlich ist die Strecke nicht als Freizeitroute durch ansprechende Landschaft zu führen, sondern schnell befahrbar zu gestalten. Der Abschnitt am Appelhoffweiher ist zwar attraktiv, aber nur sehr kurz und durch viele Fußgänger und freilaufende Hunde zu fast allen Tageszeiten, steile Ecken und teils rutschigen Kiesbelag für Durchgangsradfahrer in ihrer Befahrbarkeit eingeschränkt. Um zum See hin und von dort weiter Richtung Innenstadt zu gelangen, müssen viele teils versteckte Abzweigungen und schlechte Bodenbeläge sowie zusätzliche LSA in Kauf genommen werden. Der schöne Seeblick für wenige Sekunden kann dies nicht kompensieren.

Gegen die Führung einer Route entlang der Haltestelle Barmbek sprechen folgende Überlegungen: Die Veloroute ist kein erklärter Nahverkehrszubringer-Wege für Bike&Ride, muss also nicht zu den Haltestellen hingeführt werden. Außerdem ist die Bus- und U- und S-Bahn-Haltestelle Barmbek für Bike&Ride aufgrund fehlender Abstellmöglichkeiten für Fahrräder nicht herausragend gut geeignet oder im Vergleich zu anderen Haltestellen empfehlenswert. Die Anbindung durch die Veloroute erhöht ihre Erreichbarkeit nicht. Der Durchgangsradverkehr sollte aufgrund der hohen Verkehrsbelastung durch Busse und Fußgänger den Haltestellenbereich vielmehr meiden, um nicht aufgehalten zu werden – wer die Haltestelle mit dem Rad anfahren möchte, kann an geeigneter Stelle die Veloroute verlassen. Bevor ich die Alternativrouten vorstelle, möchte ich diesen einen Problempunkt auf der Route beispielhaft erklären (siehe Abb. 34).

Seit der Baumaßnahmen am neuen Bushaltestellenbereich am Wiesendamm ist die Poppenhusenstraße als Einbahnstraße nicht mehr in Gegenrichtung für den Radverkehr geöffnet, was durch das hohe Verkehrsaufkommen auf der engen Straße nachvollziehbar ist. Daher ist dieser Strecken-

abschnitt auf dem Hinweg der Veloroute 5 nicht legal zu befahren – Absteigen und Schieben auf dem Gehweg für 200 m ist die einzige Möglichkeit, wenn man die Poppenhusenstraße nicht auf eigene Faust auf der Hufnerstraße (500m Umweg) oder Fuhlsbüttler Straße (fast 1 km Strecke abseits der kartierten Veloroute) umfahren will. In der Straße Wiesendamm fahren viele Busse und überqueren sehr viele Fußgänger den Überweg (blauer Punkt auf der Abbildung), sodass der Radverkehr dort aufgehalten wird und zwischen den Bussen auf der Straße warten muss. Im Kreuzungsbereich Drosselstraße/Fuhlsbüttler Straße kreuzt ebenfalls viel Fußverkehr auf den Konfliktflächen. Insgesamt braucht man auf dem Hinweg für die 250 m Luftlinie zwischen der Ausfahrt aus der Schwalbenstraße und der Einfahrt auf den Gehweg der gesperrten Poppenhusenstraße 2:04 Min, was einer Raumdurchlässigkeit von nur 7,3 km/h, also etwa der Hälfte der auf der Route durchschnittlichen Raumdurchlässigkeit entspricht. Subjektiv wird diese Zeit durch den Verkehrsstress noch länger empfunden.



Abb. 34: Veloroute 5 im Bereich der Haltestelle Barmbek. Rot: Verlauf der Veloroute 5 Ost in Hinrichtung, schwarze Pfeile: Einbahnstraßenfahrtrichtung der Poppenhusenstraße, grün: Umfahrungsmöglichkeiten der gesperrten Einbahnstraße, blau: Orte mit potentiellen Behinderungen durch viel Fußverkehr, Kreisverkehre: Neubauten, die auf dem Luftbild noch nicht zu sehen sind.

Um den Fahrradfahrerinnen Zeit, Anstrengung und Stress zu ersparen, sollten nicht bloß einzelne Problempunkte verbessert werden, sondern eine insgesamt bessere Alternativroute gefunden werden, die alle besagten Punkte umfährt. Dies ist im Endeffekt auch günstiger (zumindest bezogen auf die Veloroute – die Mängel sollten selbstverständlich trotzdem behoben werden, weil Radverkehr überall sicher möglich sein soll – nicht nur entlang der Velorouten), weil dann bereits ein höherer Standard erreicht ist und weniger Maßnahmen durchgeführt werden müssen. Das bestmögliche Endergebnis nach Ausschöpfen aller Optimierungsmöglichkeiten wird auf einer direkten Route immer besser sein als auf einer umwegigen. Bei der Veloroute 5 Ost wird ganz besonders deutlich, dass die Routenführung am wichtigsten und grundlegendsten ist, um eine hohe Qualität zu erreichen.

Es bieten sich zwei Alternativrouten an, die jeweils überwiegend an Hauptstraßen verlaufen (siehe Abb. 35). Die erste wird einfach geradeaus weiter auf der Bramfelder Chaussee, Bramfelder Straße und Barmbeker Markt geführt. Die zweite verläuft durch die parallele Fabriciusstraße, in die sie wie die Ist-Route durch den Durchgang von der Bramfelder Chaussee aus geführt. Sie biegt dann jedoch nicht Richtung Appelhofweiher in die Owiesenstraße ein, sondern folgt der Fabriciusstraße, die nach ca. 1,5 km in die Bramfelder Straße und somit auf die Alternativroute 1 mündet.



Abb. 35: Vergleich des gegenwärtigen Verlaufs der Veloroute 5 Ost mit den Alternativen 1 (Bramfelder Chaussee) und 2 (Fabriciusstraße). Feuersymbole: Problemstellen, Autosymbole: LSA. Beschreibung der ausgewählten Problemstellen 1-4: siehe Tab. 25.

Beschreibung ausgewählter Problemstellen der Ist-Route:

1	Zufahrt zum Appelhoffweiher leicht zu übersehen, rutschige Kiesschüttung, enger Gehweg, viel Freizeit-Fußverkehr und freilaufende Hunde, Abbiegevorgänge erfordern Abbremsen
2	Umgewige und zeitraubende Straßenüberquerung, sehr enge Radwege in schlechtem Zustand (Fahrbahn ebenfalls eng)
3	500 m Kopfsteinpflasterstraße
4	Viel (Fuß-)verkehr, Hinrichtung durch Einbahnstraße nicht befahrbar

Tab. 25: Beschreibung ausgewählter Problemstellen auf der Veloroute 5 Ost wie verortet in Abb. 35.

Beide in Abbildung 35 dargestellten Alternativrouten sind direkter und provozieren weniger Konflikte als die Ist-Routenführung. In der folgenden Tabelle 26 wird die Alternativroute 1 entlang der Bramfelder Chaussee mit der Ist-Strecke verglichen. In allen Merkmalen schneidet die Alternativroute deutlich besser ab als der Status Quo – selbst die Erschließungsqualität ist etwas höher.

Veloroute 5 Ost - Abschnitt Bramfelder Chaussee/Durchgang Fabriciusstr bis Kreuzung Barmbecker Markt/Dehnheide bzw. Hamburger Str./Weidestr.:

	Ist-Route U/S-Barmbek		Alternative 1 Bramfelder Chaussee	
	Hinrichtung	Rückrichtung	Hinrichtung	Rückrichtung
Fahrzeit [Min]	22:32	23:39	19:18	18:03
[zusätzl. Messerg.]	[25:28]	[21:54]	[18:50]	[19:20]
Streckenlänge	6.404 m	6.557 m	5.264 m	5.283 m
Umfangfaktor	1,27		1,04	
Querungen / davon LSA	25 / 14	31 / 12	21 / 11	29 / 6
Durchschn. LSA-Abstand	457 m	542 m	479 m	874 m
Abbiegevorgänge	13	17	0	2
Bodenbelagsqualität nach Quantifizierungs- verfahren	65 %	69 %	80 %	76 %
Bodenbelagsqualität nach Energieverfahren	16,5 mJ/(kg*m)	14,9 mJ/(kg*m)	9,8 mJ/(kg*m)	10,2 mJ/(kg*m)
Einwohner im 300m-	40.450 Ew		33.000 Ew	

Umfeld		
Erschließungsqualität	6,24 Ew/m	6,26 Ew/m
Raumdurchlässigkeit	5.092 m / 23:06 Min = 13,2 km/h	5.092 m / 18:53 = 16,2 km/h

Tab. 26: Übersicht der Qualitätsmerkmale der Ist-Route und der Alternative 1 Bramfelder Chaussee für Veloroute 5 Ost (siehe Abb 35). Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Die Routenführung durch die Hauptstraße Bramfelder Chaussee ist sehr geradlinig und intuitiv. Sie macht das abrupte Abbiegen in die Fabriciusstraße obsolet und ermöglicht die fließende Weiterfahrt. Sie birgt jedoch mehr Konfliktpotential durch mehr Interaktion mit parkenden Lieferfahrzeugen oder Fußgängern in der fast durchgängig mit Läden und Restaurants gesäumten Straße neben dem Radweg. Vereinzelt, und besonders an Bushaltestellen, ergeben sich Engstellen. Ab-

bildung 36 zeigt eine bereits vorhandene Lösung aus der Bramfelder Chaussee, wie die durch eine Haltestelle entstandene Engstelle für den Radverkehr sicher und komfortabel umfahren werden kann. Trotz des hohen Potentials für Behinderungen ließ sich die Strecke jedoch immer zügig und mit wenig Hindernissen befahren.



Sie verfügt bereits über einen modernen Radweg und benötigt daher viel weniger Anstrengung

Abb. 36: Bramfelder Chaussee stadteinwärts: Der Radverkehr wird sicher und komfortabel um eine Engstelle an einer Bushaltestelle geführt. Die Bramfelder Chaussee ist die beste Alternative zur umwegigen Routenführung quer durch Barmbek.

zur optimalen Herrichtung als die Route quer durch Barmbek, was Kosten spart. Zahlreiche bereits durchgeführte Verkehrsberuhigungsmaßnahmen (Abbinden von Nebenstraßen) im südlichen Teil der Bramfelder Chaussee südlich der Wandsbeker Straße ermöglichen einen LSA- und Querungsfreien Abschnitt von 975 m bis zur Bramfelder Straße. Dies ermöglicht schnelles, unterbrechungsfreies Fahren und trägt mit zu dem maßgeblichen Fahrzeitleistungs- und Fahrzeitvorteil der Route bei.

Unter Verwendung der Alternativroute 1 Bramfelder Chaussee kann auf der Veloroute 5 Ost stadteinwärts der Rathausmarkt von der S-Bahn Poppenbüttel mit einer Fahrzeitverkürzung von 4-7 Minuten erreicht werden, was im gemessenen Beispielfall zwischen 51:30 Min und 57:15 Min eine Fahrzeitverkürzung von 11 % (!) ausmacht. Stadtauswärts dauert der Rückweg auf der Alter-

nativroute unter Hinzunahme der in Abschnitt 8.3. vorgeschlagenen Alster-Alternativroute vom Rathausmarkt zur S-Bahnhaltestelle Poppenbüttel nur 49:31 Min, was einer Raumdurchlässigkeit von 15,8 km/h gegenüber den aktuellen 13,8 km/h entspricht. Die vorgeschlagene Alternativroute ist übrigens auch die für den Kfz-Verkehr vom Google-Routenplaner empfohlene schnellste Strecke.

Soll die Bramfelder Chaussee dennoch als Veloroute gemieden werden, um nicht zusätzlichen Radverkehr womöglich gegen Widerstand der ansässigen Gewerbetreibenden anzuziehen oder unbedingt Hauptstraßenabschnitte zu meiden, bietet sich noch eine andere Lösung: Alternativroute 2 verläuft auf der parallelen Fabriciusstraße. Die Radwege in der Fabriciusstraße leiden zwar unter einem schlechte Zustand und der versteckte Abzweig von der Bramfelder Chaussee kann durch diese Führung nicht vermieden werden, aber dafür ist auf der Strecke viel weniger Verkehr. Es kommt zu weniger Begegnungen mit Fußgängern und mit Lieferverkehr ist im nördlichen Straßenteil überhaupt nicht zu rechnen – vom geringeren Verkehrslärm ganz zu schweigen. Außerdem führt der nördliche Teil der Fabriciusstraße am Friedhof Ohlsdorf entlang und bietet mehr Natur, was die Strecke optisch attraktiv macht. In Tabelle 27 wird die Alternative 2 durch die Fabriciusstraße mit der Ist-Routenführung verglichen. Auch sie schneidet in allen Merkmalen, außer in der Erschließungsqualität, besser als die Ist-Route ab.

Veloroute 5 Ost - Abschnitt Steilshooper Allee bis Kreuzung Barmbeker Markt/Dehnheide bzw. Hamburger Str./Weidestr.:

	Ist-Route U/S-Barmbek		Alternative 2 Fabriciusstraße	
	Hinrichtung	Rückrichtung	Hinrichtung	Rückrichtung
Fahrzeit [Min]	17:04 Min	17:55	12:20	11:43
[zusätzl. Messerg.]	[19:24]	[19:38]	[13:28]	[12:50]
Streckenlänge	4.539 m (Google), 4.640 m (GPS)	4.810 m (Google), 4.600 m (GPS)	3.665 m (Google), 3.780 m (GPS)	3.853 m (Google), 3.790m (GPS)
Umfwegfaktor	1,30		1,05	
Querungen / davon LSA	21 / 12	24 / 10	19 / 6	21 / 4
Durchschn. LSA-Abstand	375 m	460 m	608 m	948 m
Abbiegevorgänge	9	14	1	1

Bodenbelagsqualität nach Quantifizierungsverfahren	66 %	69 %	76 %	73 %
Bodenbelagsqualität nach Energieverfahren	15,0 mJ/(kg*m)	16,5 mJ/(kg*m)	13,0 mJ/(kg*m)	-
Einwohner im 300m-Umfeld	34.800 Ew		25.600 Ew	
Erschließungsqualität	7,73 Ew/m		7,01 Ew/m	
Raumdurchlässigkeit	3.596 m/18:24 Min = 11,7 km/h		3.596 m/12:35 Min = 17,1 km/h	

Tab. 27: Übersicht der Qualitätsmerkmale der Ist-Route und der Alternative 2 Fabriciusstraße für Veloroute 5 Ost (siehe Abb. 35). Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Mit 3,7 km ist der Routenabschnitt Alternative 2 deutlich kürzer als Alternative 1 mit 5,3 km Länge. Die Verbesserungen in der Belagsqualität und Raumdurchlässigkeit wirken sich daher geringer auf die gesamte Route aus. Insgesamt ist der Bodenbelag zwar besser als bei der Ist-Route, aber deutlich schlechter als bei der Alternativroute 1. Alternative 1 spart insgesamt ca. 1,2 km Strecke und ca. 6 Min Fahrzeit ein; Alternative 2 spart ca. 900 m und ebenfalls ca. 5-6 Min, was mehr als 10 % entspricht.

Höher als die tatsächliche Reisezeitverkürzung bewerte ich jedoch den psychologischen Effekt der umwegfreien, unterbrechungsarmen und einprägsamen Routenführung und des komfortablen Bodenbelags. Die damit verbundenen Empfindungen können beim Bewerben des Fahrrads als Autoalternative eine größere Rolle spielen als die empirischen Argumente wie die kürzere Fahrzeit. Die Fahrt an der Hauptstraße kann zusätzlich zum Erfolg der Veloroute beitragen, weil die Radfahrerinnen gegenüber den Autofahrerinnen stärkere Präsenz zeigen, als wenn sie sich in Nebenstraßen "verstecken".

Im Vergleich von Alternativroute 1 und 2 spricht für die erste Variante, dass sie noch intuitiver ist, weil nicht in die Fabriciusstraße abgebogen werden muss und das der Bodenbelag in viel besserem Zustand ist als in der Fabriciusstraße (Abb. 37). Die zweite Variante profitiert von der Führung in einer Nebenstraße (nördlicher Teil) bzw. einer weniger stark befahrenen Hauptstraße (südlicher Teil), wo viel weniger Ladengeschäften sind und dadurch viel weniger Kontakte mit Fußgängern und Lieferverkehr und somit weniger Konflikte entstehen können. Die Entscheidung ist letztendlich also auch eine politische, die davon abhängen kann, wie sich die Gewerbetreibenden in der

Bramfelder Chaussee zu einem Anstieg des Radverkehrs positionieren – positiv oder negativ. Ohne eine Bürgerbeteiligung sollte diese Entscheidung nicht getroffen werden.

Aufwertungspotential

Zur Analyse der Problempunkte und Darstellung des Aufwertungspotentials gehe ich im Folgenden die Route in Hinrichtung stadteinwärts ab.



Abb. 37: Fabriciusstraße in Hinrichtung: rechts geht die Ist-Route Richtung Appelhoffweiher weiter, geradeaus wird Alternativroute 2 fortgesetzt. Der Radweg ist schmal und sehr schlechtem Zustand. An der Bushaltestelle Owiesenstraße (Bildmitte) ist ein Engpass. Links im Bild: Radfahrer meiden die beschädigten (nicht benutzungspflichtigen) Radwege und nutzen die Fahrbahn. Bildmitte: die wenigsten Radfahrerinnen trauen sich auf die Fahrbahn, wenn ein Radweg zu erkennen ist.

Die Überquerung der Stadtbahnstraße ohne LSA oder sonstiger Querungshilfen ist gefährlich, weil man als Radfahrerin von Norden kommenden die Fahrzeuge auf der linken Seite nicht sehen kann: Bewuchs und parkende Fahrzeuge versperren die Sicht. Das Anbringen eines Spiegels zur besseren Sicht nach links für die querenden Radfahrerinnen und eines Warnhinweisschildes, dass eine Veloroute kreuzt, für die Autofahrerinnen sollte hier ausreichend Abhilfe schaffen. So müsste weder das Parken verboten noch der Bewuchs entfernt werden.

An den Bushaltestellen Pfeilshofer Weg und Königsberger Straße entstehen Engpässe für den Radverkehr – der Radweg wird unterbrochen und der Gehweg ist zu bestimmten Zeiten mit wartenden Fahrgästen blockiert. Während der Busabfertigung kann nicht vorbeigefahren werden. Zwischen Fahrbahn und anstehenden Grundstücken ist leider nicht genug Platz, um einen Radweg durchzuführen. Entweder wird der Radverkehr lokal auf einen Radfahr- oder zumindest Radschutzstreifen auf die Straße und an der Bushaltebucht vorbei geführt oder der Bus hält auf der Straße und der Platz der Bushaltebucht wird für einen Radweg genutzt. In beiden Fällen wird der Verkehr auf der Fahrbahn eingeschränkt, beim zweiten Vorschlag sogar ein Fahrstreifen komplett blockiert. Das kurzzeitige Wechseln auf die Fahrbahn ist nur praktikabel, wenn der Radweg sicher und bequem dort hin und wieder zurück führt, außerdem ausreichend Platz auf der Fahrbahn existiert (wie im Beispiel von Abb. 36). Der mangelnde Platz und der sonst gute, vorhandene Radweg

lassen die Durchsetzbarkeit eines Radfahrstreifens wenig möglich erscheinen. Die einzig sinnvolle Verbesserungsmöglichkeit scheint daher, eine gestrichelte, dünne Linie in Radwegfarbe (rot) über den Gehweg durch den Haltestellenbereich zu ziehen – eine Radfahrlinie (siehe Abb. 38).



Abb. 38: Eine Radfahrlinie macht wartende Fahrgäste im engen Haltestellenbereich darauf aufmerksam, das mit Radverkehr auf dem Gehweg zu rechnen ist (Fotomontage).

Dies macht die Fußgängerinnen auf mögliche, vorbeifahrende Radfahrerinnen aufmerksam und empfiehlt ihnen, sich zuvor bereits mit nötigem Abstand von der Hinweislinie aufzustellen: “Hier ist mit durchfahrenden Radfahrerinnen zu rechnen, und das dürfen die auch.” Die Radfahrerinnen nimmt dadurch wahr: “Achtung, dein Radweg ist hier unterbrochen! Du darfst hier auf der fremden Flächen durchfahren und sollst dich an der gestrichelten Linie orientieren.” Diese Maßnahme lässt sich an allen ähnlichen Orten realisieren, kostet nicht viel, kann aber vielleicht das Miteinander im Verkehr zwischen Radfahrerinnen und Fußgängerinnen verbessern. Immerhin verdeutlicht die Markierung das Fehlen einer eigenen Fläche für den Radverkehr.

Auf der Alternativroute 1 in der Bramfelder Chaussee ist an der Bushaltestelle Herthastraße ein Engpass – der Radweg führt auf der Gehwegseite um die Bushaltebucht herum und dabei durch die wartenden Fahrgäste. Der Gehweg wäre breit genug, um die Bushaltebucht näher an die Be-

bauung zu verlegen und auf der Fahrbahnseite einen Radfahrstreifen im Haltestellenbereich anzulegen (wie auf Abb. 36). Dies wird hier jedoch schwieriger durchzusetzen sein, weil die anliegenden Ladengeschäfte den breiten Gehweg nutzen (erkennbar an Blumenkästen, Zierzäunen, Kundenstoppeln und anderem Mobiliar).

Entwürfe zum gemeinsamen Routenabschnitt von Veloroute 5 Ost und West an der Hamburger Straße sowie dem gemeinsamen Alster-Routenabschnitt von Veloroute 5 und 6 befinden sich in Abschnitt 5.3. bzw. 8.3..

7. Veloroute 6

7.1. Bestandsaufnahme

Die Veloroute 6 von der U-Bahnhaltestelle Wandsbek-Gartenstadt bis zur Mundsburger Brücke verläuft kreuz und quer durch die holprigen Straßen der Dulsberger Wohnviertel, dann jedoch am Eilbekkanal auf einer Fahrradstraße, die zu den besten Hamburger Radwegen zählt. Ein dritter Abschnitt folgt nach Ende der Uferstraße am Knoten Lerchenfeld: hier geht es bis zur Mundsburger Brücke wahlweise nördlich oder südlich des Eilbekkanals auf schlechten Rad- oder Gehwegen weiter.

Der Dulsberger Abschnitt ist umwegig, verwinkelt und wenig intuitiv geführt. Die Bodenbelagsqualität ist dort durch Kopfsteinpflaster und schlechte Radwege mangelhaft. Hin- und Rückweg unterscheiden sich lediglich im Gravensteiner Weg, der stadteinwärts als Einbahnstraße benutzt werden kann und in Rückrichtung durch den Graudenzer Weg ersetzt wird. Der Abschnitt von der S-Bahnhaltestelle Friedrichsberg durch die Grünanlage am Eilbektal und entlang des Eilbekkanals ist hingegen sehr direkt geführt und verläuft fast vollständig auf gutem Asphalt. Hin- und Rückrichtung verlaufen dort gleich. Vier StadtRAD-Stationen liegen direkt auf diesem Routenabschnitt.

Zwischen der Mundsburger Brücke und Lerchenfeld wird der Hinweg am Südufer, wo nahe bei an der Umlandstraße eine weitere StadtRAD-Station liegt, und der Rückweg am Nordufer des Mundsburger Kanals entlang geführt. Im Alltag nutzen jedoch viele Radfahrerinnen das nördliche Ufer auch in der Hinrichtung. Ab der Mundsburger Brücke beginnt der Alsterstreckenabschnitt (siehe Abschnitt 8).

Hinrichtung (stadteinwärts)

Streckenabschnitte nach Art, Bodenbelag und Zustand:

Nr.	Straßenname(n)	Länge [m]	Art	Boden	Zustand
1	Ostpreußenstieg	330	F00	WA/FS	O
2	Wartenburger Weg	165	F30	A	O
3	Kiefhörn-Tondernstraße	300	F30	A	O
4	Gravensteiner Straße	165	F30	KO	O
5	Gravensteiner Straße	160	F30	A	O
6	Dulsberg-Nord	120	KO	KO	O
7	Dulsberg-Nord	310	KO	KO	O
8	Elsässer Straße	55	A	A	O
9	Elsässer Straße	150	KO	KO	O
10	Elsässer Straße	55	KO	KO	+
11	Straßburger Straße	75	BR	BP	O
12	Straßburger Straße	85	BR	BG	O
13	Dithmarscher Straße	140	KO	KO	O
14	Dithmarscher Straße	405	BR	BG	O
15	Stormaner Straße	90	BR	BP	+
16	Parkweg Friedrichsberg	535	Radstraße	A	+
17	Lortzingstraße	750	Radstraße	A	+
18	Uferstraße	180	Radstraße	A	O
19	Uferstraße	325	F00	BG	O
20	Uferstraße	205	F30	KO	+
21	Uferstraße	70	BR	BG/A	O
22	Eilenau	410	F00	WA	+
23	Unterführung Gehweg Eilenau	140	F00	BG	O
24	Eilenau	245	BR	BG	O
25	Mundsburger Damm	55	BR	BG	O
26	Mundsburger Damm, Ampelkreuzungen	40	BR	BG	O
27	Mundsburger Damm	100	BR	BG	O
28	Mundsburger Damm	130	BR	BG/A	-
29	Alsterweg, Schwanenwik	215	BR	BG	O
30	Alsterweg, An der Alster	945	BR	BG	O
31	Alsterweg, An der Alster	105	BR	BG	O
32	Ferdinandstor	200	BR	BP/A	O
33	Ballindamm	550	BR	BP	O
34	Jungfernstieg	175	BR/RS	BG/KO	O

Tab. 28: Routenverlauf der Veloroute 6 stadteinwärts von der U-Bahnhaltestelle Wandsbek-Gartenstadt bis Rathausmarkt nach Art und Zustand der Bodenbeläge. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Querungen und LSA:

Nr.	Straße	Art	Signal	Freigabezeit	Umlaufzeit
1	Ostpreußenstieg/Braunsberger Weg	T30			
2	Wartenburger Weg/Kiefhörn	T30			
3	Tondernstr./Gravensteiner Weg	T30			
4	Gravensteiner Weg/Alter Teichweg	T50			
5	Gravensteiner Weg/Dulsberg Nord	T30			
6	Dulsberg Nord/Nordschleswiger Str.	LSA	F	12	90
7	Dulsberg Nord/Haderslebener Str.	T30			
8	Dulsberg Nord/Apenrader Str.	T30			
9	Dulsberg Nord/Elsässer Str.	T30			

10	Elsässer Str./Dulsberg Süd	T30			
11	Straßburger Str./Weißenburger Str.	x			
12	Dithmarscher Str./Straßburger Str.	LSA			
13	Dithmarscher Str./Probsteiner Str.	T30			
14	Dithmarscher Str./Lauenburger Str.	T30			
15	Stormaner Str./Krausestr.	LSA	F	9	90
16	Eilbektal	x			
17	Parkweg/Friedrichsberger Str.	T50			
18	Lortzingstr./Bürgerstr.	x			
19	Uferstr./Wagnerstr.	T50			
20	Uferstr./Richardstr.	T50			
21	Eilenau/Lerchenfeld	LSA	F	20	90
22	Eilenau/Schürbeker Str.	LSA	F	10	75
23	Armgartr./Mundsburger Damm	LSA	F	10	90
24	Mundsburger Damm/Papenhuder Str.	LSA	F	44	90
25	Mundsburger Damm/Buchtstr.	LSA	F	38	90
26	Schwanenwik	LSA	F	44	90
27	Kennedybrücke	LSA	F	12	90
28	Kennedybrücke	LSA	R	40	90
29	Kennedybrücke	x			
30	Ferdinandstor	x			
31	Lombardsbrücke	LSA	R	22	90
32	Ballindamm/Jungfernstieg	LSA	F	8	60

Tab. 29: Querungen und LSA entlang des Routenverlaufs der Veloroute 6 stadteinwärts von der U-Bahnhaltestelle Wandsbek-Gartenstadt bis Rathausmarkt. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Rückrichtung (stadtauswärts)

Streckenabschnitte nach Art, Bodenbelag und Zustand:

Nr.	Straßenname(n)	Länge [m]	Art	Boden	Zustand
1	Plan	80	F50	KO	+
2	Ballindamm	45	F50	A	O
3	Ballindamm	80	BR	BP	O
4	Ballindamm	500	BR	BG	O
5	Ballindamm	105	BR	BG	O
6	An der Alster	150	BR	BP	O
7	Alsterweg, An der Alster	945	BR	BG	O
8	Schwanenwik	308	BR	BG/A	O
9	Hartwicusstraße	160	F50	A	O
10	Hartwicusstraße, Taxibereich	30	F50	KO	O
11	Mundsburger Damm	55	BR	BG	O
12	Hartwicusstraße	190	F30	A	O
13	Parkweg, Brückenunterführung	120	BR	A	O
14	Parkweg	200	F00	WA	O
15	Immenhof	135	F30	A	O
16	Immenhof (Marktstraße)	110	F30	A	O
17	Uferstraße	70	BR	BG/A	O
18	Uferstraße	205	F30	KO	+
19	Uferstraße	325	F00	BG	O
20	Uferstraße	180	Radstraße	A	O
21	Lortzingstraße	750	Radstraße	A	+
22	Parkweg Friedrichsberg	535	Radstraße	A	+
23	Stormaner Straße	90	BR	BP	+
24	Dithmarscher Straße	405	BR	BG	O

25	Dithmarscher Straße	140	KO	KO	O
26	Straßburger Straße	155	BG	BG	O
27	Elsässer Straße	55	KO	KO	+
28	Elsässer Straße	150	KO	KO	O
29	Elsässer Straße	55	A	A	O
30	Dulsberg-Nord	310	KO	KO	O
31	Dulsberg-Nord	120	KO	KO	O
32	Gravensteiner Straße	160	F30	A	O
33	Alter Teichweg	230	BR	A	-
34	Graudenzner Weg, Kiehhörn	285	F30	KO	O
35	Wartenburger Weg	165	F30	A	O
36	Ostpfeußenstieg	330	F00	WA/FS	O

Tab. 30: Routenverlauf der Veloroute 6 stadtauswärts von Rathausmarkt bis zur U-Bahnhaltestelle Wandsbek-Gartenstadt nach Art und Zustand der Bodenbeläge. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Querungen und LSA:

Nr.	Straße	Art	Signal	Freigabezeit	Umlaufzeit
1	Plan/Jungfernstieg	LSA	A	15	60
2	Ballindamm/Alstertor	LSA	F	24	60
3	Ballindamm/Gertrudenstr.	x			
4	Ballindamm/Brandsende	LSA	F	40	75
5	Ballindamm/Lombardsbrücke	LSA	R	25	75
6	Ballindamm/Lombardsbrücke	x			
7	Ferdinandstor/Holzdamm	LSA	F	50	75
8	Ferdinandstor/An der Alster	LSA			
9	Hartwicusstr.	T50			
10	Papenhuder Str.	LSA	F	44	90
11	Mundsburger Damm	LSA	F	10	90
12	Immenhof/Lerchenfeld	LSA	F	20	90
13	Uferstr./Richardstr.	T50			
14	Uferstr./Wagnerstr.	T50			
15	Lortzingstr./Bürgerstr.	x			
16	Lortzingstr./Friedrichsberger Str.	T50			
17	Parkweg/Eilbektal	x			
18	Eilbektal/Krausestr.	LSA	F	9	90
19	Dithmarscher Str./Lauenburger Str.	x			
20	Probsteier Str./Dithmarscher Str.	T30			
21	Dithmarscher Str./Probsteier Str.	T30			
22	Straßburger Str./Schwansenstr.	x			
23	Elsässer Str./Straßburger Str.	LSA	F	10	94
24	Elsässer Str./Oberschlesische Str.	T30			
25	Elsässer Str./Dulsberg Süd	x			
26	Dulsberg Nord/Nordschleswiger Str.	LSA	F	12	90
27	Dulsberg Nord/Gravensteiner Weg	T30			
28	Alter Teichweg	LSA	F	8	30
29	Kiehhörn/Wartenburger Weg	T30			
30	Wartenburger Weg/Bartensteiner Weg	T30			
31	Wartenburger Weg/Braunsberger Weg	T30			

Tab. 31: Querungen und LSA entlang des Routenverlaufs der Veloroute 6 stadtauswärts von Rathausmarkt bis zur U-Bahnhaltestelle Wandsbek-Gartenstadt. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

7.2. Qualitätsbeurteilung

Der Routenabschnitt durch den Dulsberg ist, wie schon angedeutet, sehr verbesserungswürdig und zieht den Qualitätsdurchschnitt für die ganze Route stark nach unten. Das betrifft den Umwegfaktor und die Bodenbelagsqualität am stärksten. Auf dem Kopfsteinpflaster reichen die Erschütterungen bis zur Gesundheitsbeeinträchtigung (siehe Abb. 11 auf S. 32) und beanspruchen das Material sehr stark. Nach häufigem Befahren des Dulsberger Abschnitts für die Zeitmessungen ist auf dem schlechten Gehweg in der Lesserstraße durch starke Stöße mein hinteres Schutzblech aus Kunststoff gebrochen. Nicht selten bekam ich leichte Kopfschmerzen während der Fahrt. Ab der S-Bahn Friedrichsberg ist die Route hervorragend ausgebaut und bietet nur noch wenig Grund zur Beanstandung. Insgesamt fällt die Qualitätsbeurteilung somit mittelmäßig bis schlecht im Vergleich zu den anderen untersuchten Routenabschnitten aus (siehe Tab. 32).

Veloroute 6 - gesamt (U-Bahnhaltestelle Wandsbek-Gartenstadt bis Rathausmarkt):

	Hinrichtung	Rückrichtung
Fahrzeit [Min]	30:20	32:10
Streckenlänge	8.241 m	8.440 m
Umwegfaktor	1,18	
Querungen / davon LSA	32 / 13	31 / 13
Durchschnittl. LSA-Abstand	634 m	649 m
Abbiegevorgänge	10	23
Bodenbelagsqualität nach Quantifizierungsverfahren	66 %	65 %
Bodenbelagsqualität nach Energieverfahren	20,0 MJ/(kg*m)	20,8 MJ/(kg*m)
Einwohner im 300m-Umfeld	47.850 Ew	
Erschließungsqualität	5,74 Ew/m	
Raumdurchlässigkeit	7.085 m / 31:15 Min = 13,6 km/h	

Tab. 32: Übersicht der Qualitätsmerkmale der Veloroute 6 von der U-Bahnhaltestelle Wandsbek-Gartenstadt bis Rathausmarkt. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Konkurrenzfähigkeit

Verkehrsmittel	Zu- und Abgangszeit	Fahrzeit (inkl. Umsteigezeiten)	Reisezeit	Kosten [nur Benzin]
U Wandsbek Gartenstadt -> Rathausmarkt [Ostpreußenplatz-> Jungfernstieg]				
U-Bahn	14 Min	19 Min	33 Min	2,85 €
Auto (8,1 km)	10 Min	14 Min (22 Min)	32 Min	2,43 € [1,60 €]
Fahrrad Veloroute 6 Ost (8,24 km)	4 Min	30:20 Min	34 Min	0,41 €
Fahrrad Veloroute 6 Alternative 1 (7,85 km)	4 Min	30:00 Min	34 Min	0,39 €
U Wandsbek Gartenstadt -> S Friedrichsberg [Ostpreußenplatz -> Eilbektal]				
U-Bahn und S-Bahn	14 Min	14 Min	28 Min	1,85 €
Auto (2,8 km)	10 Min	6 Min	16 Min	0,84 € [0,62 €]
Fahrrad Veloroute 6 Ost (2.795 m)	4 Min	9 Min	13 Min	0,14 €
Fahrrad Veloroute 6 Alternative (2.384 m)	4 Min	8 Min	12 Min	0,12 €
S Friedrichsberg -> Rathausmarkt [Eilbektal -> Jungfernstieg]				
S-Bahn	17 Min	13 Min	30 Min	2,85 €
Auto (5,8 km)	10 Min	10 Min (16 Min)	26 Min	1,74 € [1,25 €]
Fahrrad Veloroute 6 Ost (5.445 m)	4 Min	21 Min	25 Min	0,27 €
S Friedrichsberg -> U Mundsburg [Eilbektal -> Schürbeker Str./B5]				
S-Bahn und U-Bahn	13 Min	12 Min	25 Min	1,85 €
Auto (2,9 km)	10 Min	5 Min (7 Min)	17 Min	0,87 € [0,58 €]
Fahrrad Veloroute 6 Ost (2.419 m)	4 Min	8Min	12 Min	0,12 €
U Mundsburg -> Rathausmarkt [Schürbeker Str./B5 -> Jungfernstieg]				
U-Bahn	13 Min	9 Min	22 Min	1,85 €
Auto (3,5 km)	10 Min	8 Min (12 Min)	22 Min	1,09 € [0,76 €]
Fahrrad Veloroute 5 Ost (3.248 m)	4 Min	14 Min	18 Min	0,16 €
U Wandsbek Gartenstadt -> U Mundsburg [Ostpreußenplatz -> Schürbeker Str./B5]				
U-Bahn	13 Min	10 Min	23 Min	1,85 €
Auto (5,4 km)	10 Min	9 Min (15 Min)	25 Min	1,62 € [0,97 €]
Fahrrad Veloroute 6 Ost (5.512 m)	4 Min	18 Min	22 Min	0,28 €

Tab. 33: Konkurrenzfähigkeit des Radverkehrs entlang der Veloroute 6: Fahrzeitvergleiche von ausgewählten Quelle-Ziel-Relationen verglichen mit Nahverkehr und MIV. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Per Fahrrad ist man auf den ausgewählten Fahrten entlang der Veloroute 6 bei kurzen Distanzen immer schneller als per Nahverkehr oder PKW. Nur auf der längsten Strecke über die gesamte Route von Wandsbek-Gartenstadt bis Rathausmarkt sind Nahverkehr und Auto eine einzige Minute schneller. Auf der Route ist das Fahrrad also schon jetzt eine sinnvolle Alternative zum Auto.

Potential als ein Hamburger Radschnellweg

Mindestanforderungen:	Hamburger Radschnellweg, Realisierungsstufe 1 bis 2015	Veloroute 6	Anforderung erfüllt?
Maximale Wartezeit an Knoten	60 Sekunden	81 Sekunden (Stormaner Str./Krausestr.)	Nein
Bei 15-20 km/h Fahrtunterbrechung (oder starke Verlangsamung) höchstens alle...	1 km	LSA-Abstand ca. 640 m, außerdem viele Querungen ohne LSA mit Unterbrechungen	?
Durchgängige Mindest-Fahrgewegbreite	1,3 m	1 m (Alter Teichweg über 230m nur 1m breit)	nein
Durchgängige Mindestqualität für Bodenbelag	Gefaste Betonsteine in normalem Zustand (>60 % nach Quantifizierungsverfahren, <17 mJ/(kg*m) nach Energieverfahren)	65 %, 20,8 mJ/(kg*m)	nein
Raumdurchlässigkeit	>12 km/h	13,6 km/h	ja

Tab. 34: Überprüfung der Anforderungen zur Einstufung der Veloroute 5 West als Hamburger Radschnellweg.

Auch die Bewerbung der Route als "Hamburger Radschnellweg" fällt aufgrund des aktuell schlechten Dulsberg-Abschnittes schwer. Bis zum Dulsberg wären die Kriterien sicherlich erfüllt. Insgesamt haben 12 LSA auf Hin- und Rückweg eine maximale Wartezeit von mehr als 60 Sekunden – davon ist erst an einer LSA eine separate Fahrradampel installiert. Im Alten Teichweg gibt es einen sehr engen Radweg auf 230 m, wenn auch ohne Benutzungspflicht. Der Radverkehr sollte hier auf der Fahrbahn geführt werden. Der LSA-Abstand ist sehr hoch, jedoch sind an der Uferstraße viele Querungen ohne LSA, die durch viel kreuzenden Verkehr lange Wartezeiten hervorrufen können – vor allem zu den Hauptverkehrszeiten. Hier müsste ein Vorrang für die Fahrradstraße eingerichtet werden. Die Bodenbelagsqualität ist nicht ausreichend für die Maßstäbe eines "Hamburger Radschnellweges". Das Ergebnis des Quantifizierungsverfahrens liegt mit 65 % zwar über den geforderten 60 %, das genauere Ergebnis des Energieverfahrens liegt mit 20,8 mJ/(kg*m) aber deutlich über den geforderten <17 mJ/(kg*m). Hier liegt das Problem im Dulsberg. Entweder werden die Kopfsteinpflaster ersetzt oder besser wäre die Wahl einer komplett anderen Route, bei der die Kopfsteinpflasterabschnitte umfahren werden. Dann ließen sich die formalen Bedingungen zur Einordnung der Veloroute 6 zwischen Rathaus und Wandsbek-Gartenstadt als Hamburger Radschnellweg erfüllen.

7.3. Alternative Routenführung und Aufwertungspotential

Alternativrouten

Der Routenabschnitt durch den Dulsberg ist eine Schnitzeljagd über Kopfsteinpflaster: die Beläge der Radwege und die Straßenpflaster sind alt und in entsprechend schlechtem Zustand, die Straßenquerschnitte sind eng und die Route schlängelt sich (13 Abbiegevorgänge auf nur 2,7 km Rückweg!). Die jetzige Routenführung kommt mit wenig zu überquerenden LSA aus und führt durch ruhige Nebenstraßen – doch die umwegige Führung verlängert die Strecke, erhöht die Fahrzeit und macht die Wegsuche nicht einfach. Dies ist auch einer Stadtteilinitiative im Dulsberg aufgefallen. In Abstimmung mit Herrn Gündel, dem Zuständigen für den bezirksübergreifenden Radverkehr in der Hamburger Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation, wurde eine neue Routenführung ausgehandelt, die ich im folgenden "Neue Ist-Route" nennen werde. Sie ist geradliniger und dadurch verständlicher, verläuft länger am Alten Teichweg entlang, aber ist dadurch auch insgesamt länger geworden. Außerdem sind der schlecht zu befahrene Abschnitt über das Kopfsteinpflaster in der Elsässer Straße und der schadhafte Radweg in der Dithmarscher Straße immer noch Teil der Strecke. Ich schlage hingegen eine Route durch den Eulenkamp und über die Stormaner Straße vor, weil es die kürzeste und direkteste Route ist. Sie weist zwar auch erhebliche bauliche Mängel, aber ein hohes Aufwertungspotential auf. Dort ließe sich mit geeigneten Maßnahmen die Fahrzeit noch mal deutlich reduzieren.



Abb. 39: Vergleich des gegenwärtigen Verlaufs der Veloroute 6 (Hinrichtung) im Dulsberg mit der neuen Ist-Route und der Alternativroute. Feuersymbole: Problemstellen, Autosymbole: LSA. Beschreibung der ausgewählten Problemstellen 1-8: siehe Tab. 36.

Veloroute 6 - Abschnitt im Dulsberg von der U-Bahnhaltestelle Wandsbek-Gartenstadt bis zur S-Bahnhaltestelle Friedrichsberg:

	Ist-Route Dithmarscher Straße- Dulsberg		Alternative Stormaner Straße- Eulenkamp		Neue Ist-Route Dithmarscher Straße- Alter Teichweg	
	Hinrichtung	Rückrichtung	Hinrichtung	Rückrichtung	Hinrichtung	Rückrichtung
Fahrzeit [Min]	9:07	10:22 [10:30]	08:24 [8:40]	11:10	09:47	10:57
Streckenlänge	2.676 m	2.746 m	2.314 m	2.452 m	2.861 m	2.872 m
Umfangfaktor	1,30		1,14		1,37	
Querungen / davon LSA	14 / 2	13 / 3	15 / 3	10 / 3	15 / 4	-
Durchschn. LSA-Abstand	1338 m	915 m	771 m	817 m	715 m	-
Abbiegevor- gänge	7	13	6	8	4	5
Bodenbelags- qualität nach Quantifizie- rungsverfahren	52 %	45 %	68 %	72 %	68 %	-
Bodenbelags- qualität (Ener- gieverfahren)	29,0 mJ/(kg*m)	32,6 mJ/(kg*m)	21,9 mJ/(kg*m)	18,6 mJ/(kg*m)	26,2 mJ/(kg*m)	27,3 mJ/(kg*m)
Einwohner im 300m-Umfeld	20.950 Ew		21.500 Ew		24.550 Ew	
Erschließungs- qualität	7,83 Ew/m		9,29 Ew/m		8,58 Ew/m	
Raumdurchläs- sigkeit	12,9 km/h		12,8 km/h		12,1 km/h	

Tab. 35: Übersicht der Qualitätsmerkmale der Ist-Route, der neuen Ist-Route und der Alternative für den Dulsberg-Abschnitt der Veloroute 6 (siehe Abb. 39). Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Die alte Ist-Route schneidet bei allen Merkmalen schlechter ab als die neue Ist-Route oder die Alternative, außer beim LSA-Abstand, denn sie spart auf dem Hinweg eine Ampel durch freie Überquerung des Alten Teichwegs am Gravensteiner Weg. Auf dem Rückweg liegen bei ihr zwar genauso viele Ampeln wie auf der Alternativroute, aber durch die insgesamt längere Strecke ist der LSA-Abstand trotzdem etwas geringer. Mit 30 % Umweg und den



Abb. 40: Alter Teichweg auf der neuen Ist-Route stadteinwärts: für Rad- und Gehweg ist nicht viel Platz, die Bäume behindern eine sinnvolle Neuverteilung der Fläche.

höchsten Erschütterungsmessergebnissen aller untersuchter Routenabschnitte sind die alte und die neue Ist-Route für den täglichen Weg zum Arbeitsplatz so überhaupt nicht geeignet.

Es bleibt zu klären, ob die Alternativroute als kürzeste Strecke auch die beste ist. Die neue Ist-Route schneidet mit 37 % Umweg gegenüber nur 14 % Umweg und ca. 1 Min längerer Fahrzeit im gegenwärtigen Zustand schlechter ab als die Alternativroute. Aber welches Ausbaupotential bieten die beiden Routen? Die neue Ist-Route verläuft durch die Lesserstraße, die recht eng ist. Die Einrichtung eines Radfahrstreifen wäre höchstens durch Entfernen der seitlichen PKW-Abstellflächen möglich. Für einen guten Radweg ist der Gehweg zu schmal (Westseite), der Radverkehr müsste also, maximal mit einem Schutzstreifen, auf der Fahrbahn geführt werden. Allerdings könnte dieser Abschnitt, wie ich es bei der Alternativroute berücksichtigt habe, auf dem Hinweg durch die Allensteiner Straße und auf dem Rückweg durch den parallelen Lycker Weg geführt werden. Damit würde der Engpass in der Lesserstraße umgangen und auch die Überquerung dreier Ampeln auf dem Rückweg vermieden. Dann verlief die neue Ist-Route am Alten Teichweg, der zwischen Schwetzer Gasse und Nordschleswiger Straße sehr schmal ist. Zwischen Fahrbahn und anstehender Bebauung ist wenig Platz für einen ausreichend breiten Radweg und die Baumbepflanzung schränkt die Gestaltungsmöglichkeiten stark ein. Eine Führung auf der Straße wäre sinnvoll, jedoch erscheint die Fahrbahn weder breit genug für einen Radfahr- noch einen Schutzstreifen (siehe Abb. 40, markiert auf Abb. 39 Nr. 8). Außer im Bereich der Schule, wo Tempo 30 ausgeschildert ist, wird im Alten Teichweg schnell gefahren. Ganz ohne Radverkehrsanlagen wäre es für die meisten Radfahrerinnen unangenehm, die Fahrbahn zu benutzen.

Im Eulenkamp auf der Alternativroute ist hingegen auf beiden Straßenseiten viel Platz für einen breiten Radweg (Abb. 41). Da müssen die Fahrbahn und die Abstellflächen nicht angetastet werden. Es gibt auch viel weniger Fußverkehr. Die Umgebung ist durch die Kleingärten und Sportstätten auch landschaftlich attraktiver als der Alte Teichweg.



Abb. 41: Im Eulenkamp auf der Alternativroute ist gegenwärtig ein schmaler Radweg in schlechtem Zustand, aber viel Fläche für den konfliktfreien Bau eines hochwertigen Radwegs vorhanden.

Zwischen Friedrich-Ebert-Damm und Stormaner Straße herrschen

im Eulenkamp jedoch nicht mehr so gute Bedingungen vor. Dagegen stehen auf der neuen Ist-Route die Kopfsteinpflaster auf Elsässer Straße und nördlicher Dithmarscher Straße (Abb. 42).



Abb. 42: Kopfsteinpflaster in der nördlichen Dithmarscher Straße entlang der alten und neuen Ist-Route. Stadtauswärts wird vom Radweg auf die andere Fahrbahnseite senkrecht über diesen Umweg geleitet, was sehr unpraktisch ist.

Auf der Stormaner Straße sind mit dem Radfahrstreifen bereits sehr gute Radfahrbedingungen geschaffen. Verbesserungswürdig ist dann noch der Abschnitt der Stormaner Straße ab Ecke Lauenburger Straße, wo der Radfahrstreifen aufhört und der Radverkehr auf dem Gehweg weitergeführt

wird (Abb. 45). Insgesamt schätze ich das Ausbaupotential der Alternativroute höher ein als das der neuen Ist-Route. Daher wähle ich sie für die weitere Betrachtung aus.

Für die Rückrichtung vom Rathausmarkt zur Haltestelle Wandsbek-Gartenstadt kann mit der in Abschnitt 8.3. beschriebenen Alster-Alternativroute und der hier vorgeschlagenen Alternativroute im Dulsberg eine Fahrzeit von 30:24 Min erreicht werden, was einer Raumdurchlässigkeit 14,0 km/h statt 13,6 km/h entspricht. Die Raumdurchlässigkeit vom Rathausmarkt direkt nach Osten bis zum Kreuzung Ecke Stormaner Straße/Nordschleswiger Straße, bevor die Route einen Knick nach Norden macht, beträgt sogar 15,2 km/h.

Aufwertungspotential

Ich arbeite mich zunächst an der Alternativroute stadteinwärts ab und werde für einige Punkte, die auf Abbildung 39 markiert sind, Aufwertungsentwürfe darstellen.

1	Umwegiges Überqueren bei viel Verkehr
2	Radweg in schlechtem Zustand (Abb. 41)
3	Umwegiges Überqueren an LSA-Knoten (Abb. 43)
4	Enger Radweg in schlechtem Zustand, Kopfsteinpflaster auf der Fahrbahn
5	Chaotische Parkplatzüberquerung erforderlich um Umweg zu vermeiden (Abb. 44)
6	Radfahrstreifen endet und führt zur Verwirrung einbiegender Autofahrer quer über Kopfsteinpflaster auf einen engen Gehweg in schlechtem Zustand (siehe Abb. 45)
7	Hier wird auf dem Hinweg ohne bauliche Unterstützung und auf dem Rückweg umwegig und unpraktisch zwischen Kopfsteinpflaster-Fahrbahn und Radweg überführt. (Abb. 42)
8	Radweg teilweise unterbrochen, Weiterfahrt auf Gehweg oder Wechsel auf Fahrbahn nötig.

Tab. 36: Beschreibung ausgewählter Problemstellen auf der Veloroute 6, der neuen Ist-Route und der Alternative wie verortet in Abb. 39.

Die Überquerung des Alten Teichwegs, um in den Eulenkamp zu gelangen, ist momentan sehr umwegig, lässt sich jedoch durch eine LSA oder eine geeignete, zusätzliche Mittelinsel auf der anderen Seite der Kreuzung als Querungshilfe maßgeblich verbessern (Abb. 39, Nr. 1). Im nördlichen Eulenkamp ist viel Platz, keine enge Randbebauung und wenig Fußverkehr, daher kaum Nutzungskonflikte zu erwarten beim Bau eines adäquaten Radweges (Abb. 39, Nr. 2 und Abb. 41).

Der Eulenkamp wird durch den Friedrich-Ebert-Damm mit einer für den Radverkehr sehr umwegig angelegten Kreuzung unterbrochen. Ein auf den Eulenkamp als Hauptrichtung für den Radverkehr umgestaltete Kreuzung kann hier Strecke und vor allem Bremsvorgänge sparen, die sonst durch das viele kleinräumige Abbiegen nötig sind (Abb. 43)

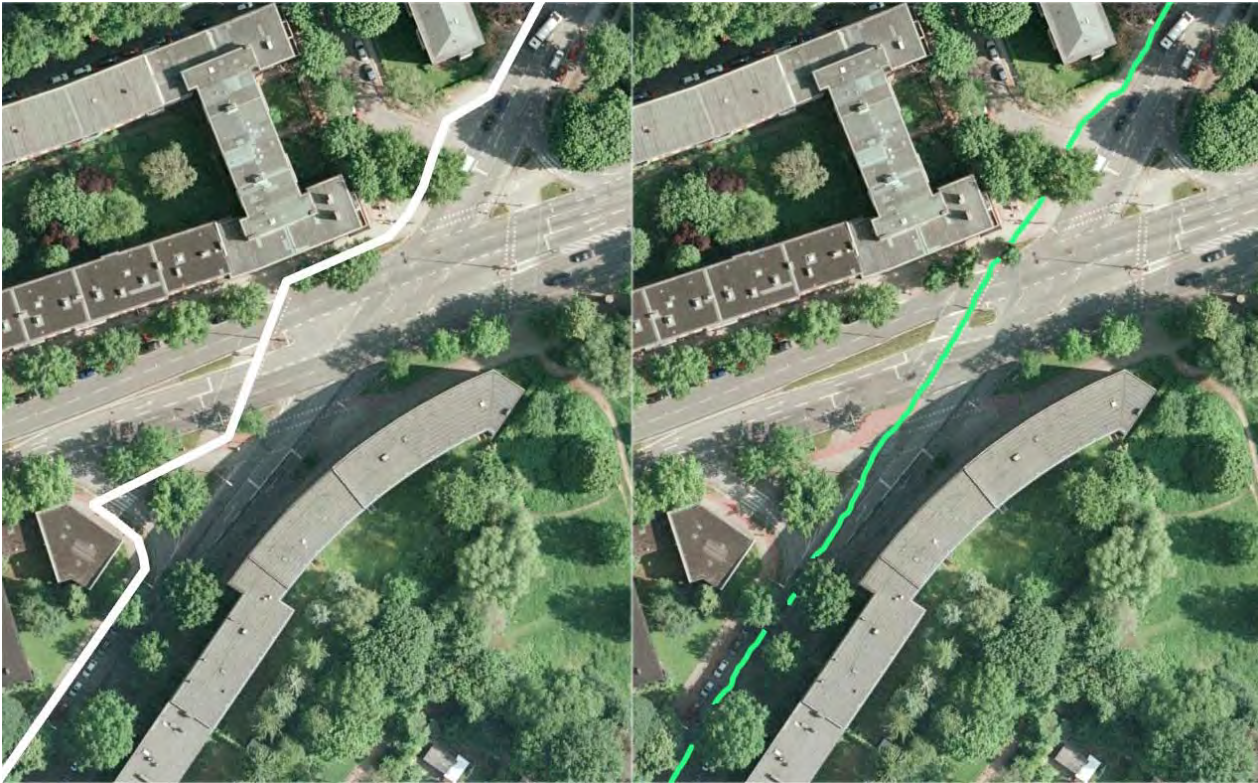


Abb. 43: Knoten Eulenkamp/Friedrich-Ebert-Damm auf der Alternativroute durch den Dulsberg (Abb. 39, Nr. 3). Links: Ist-Zustand mit Radverkehrsführung (weiße Linie). Rechts: Fotomontage einer umwegfreien Radverkehrsführung (grüne Linie) in Nord-Süd-Richtung.

Die LSA ist darüber hinaus eine Drückampel und hat keine eigenes Signal für den Radverkehr, was korrigiert werden sollte. Nach dem Knoten sollte der Radverker auf die Fahrbahn geleitet werden. Der mittlere Eulenkamp zwischen Straßburger Straße und Nordschleswiger Straße bietet wenig Platz zur Vergrößerung des bestehenden schmalen Radwegs. Hier ließe sich jedoch eine Verkehrsberuhigung durchführen, die eine sichere und bequeme Fahrt auf der Fahrbahn ermöglicht. Die Straße sollte entweder für den Kfz-Durchgangsverkehr oder zumindest für den Schwerlastverkehr gesperrt werden, da sie nur als Abkürzung zur Umgehung der Kreuzung Nordschleswiger Straße/Straßburger Straße benutzt wird und sonst keine unersetzliche Funktion hat. Das Kopfsteinpflaster ist als Lärmquelle für die Anwohnerinnen, die von der Nordschleswiger Straße bereits eine extreme Lärmbelastung erfahren, eine zusätzliche Zumutung. Es sollte entfernt und durch Asphalt ersetzt, dann Tempo 30 ausgewiesen werden. Davon würden sowohl der Radverkehr als auch die Anwohnerinnen enorm profitieren. Ein solches Win-Win sollte leicht durchsetzbar sein, wenn der Denkmalschutz das Kopfsteinpflaster aufgeben kann (Abb. 39, Nr. 4).

Am Ende des Eulenkamp Ecke Elsässer Straße befindet sich ein Parkplatz zwischen dem Radweg, auf dem die Radfahrerinnen ankommen, und dem Radfahrstreifen auf der Stormaner Straße, auf dem sie die Fahrt fortsetzen müssen. Den Parkplatz zu umfahren wäre (zumindest psychisch) ein zeitraubender Umweg und auf dem Kopfsteinpflaster sehr unangenehm. Eine wilde Querung ist möglich und momentan üblich – eine Radverkehrsführung über den Parkplatz wäre jedoch viel be-

quemer (Abb. 39, Nr. 5 und Abb. 44). Hierfür müsste lediglich ein einziger Stellplatz für die Verlängerung des Radweges umgenutzt werden.



Abb. 44: Alternativroute zur Veloroute 6 im Dulsberg stadtinwärts: Eulenkamp Ecke Elsässer Straße muss ein Parkplatz ohne Radverkehrsführung wild überquert werden. Den Parkplatz links zu umfahren ist wenig praktikabel und daher kaum zumutbar (verortet in Abb. 39, Nr. 5).

Der Radfahrstreifen in der Stormaner Straße endet Ecke Lauenburger Straße und wird auf den Gehweg geführt (Abb. 39, Nr. 6 und Abb. 45). Hier sollte unbedingt der Radfahrstreifen oder zumindest ein Schutzstreifen weitergeführt werden, um das Radfahren auf der Fahrbahn ausdrücklich und auch für Autofahrerinnen deutlich erkennbar zu "erlauben" – der Gehweg ist als Radweg durch die geringe Breite und den schlechten Zustand in der Benutzungspflichtigkeit berechtigt anfechtbar. Die Symbolik, die von der momentanen Radführung ausgeht, stellt den Radverkehr nicht als echten, ernstzunehmenden Verkehr dar, was das Radverkehrsklima belastet.

Die Kreuzung Eilbektal/Mühlenstraße ist in Rückrichtung vom Eilbektal auf die Stormaner Straße nur sehr umständlich und zeitraubend zu überqueren. Die Radfahrerinnen müssen an drei Ampeln hintereinander warten. Allein die letzte Ampelfurt, die nur über einen einzigen, schmalen Fahrstreifen für Rechtsabbieger aus der Mühlenstraße in die Stormaner Straße führt, kostet 60 Sekunden Wartezeit und verlängert entsprechend die Reisezeit auf der Alternativroute. Das niedrige Verkehrsaufkommen lädt dazu ein, die Ampel während der Sperrzeit zu überqueren, was aus meiner Beobachtung viele Fußgängerinnen und Radfahrerinnen auch nutzen. Hier sollte der Radweg ohne Unterbrechung direkt auf die Fahrbahn der Stormaner Straße



Abb. 45: Alternativroute zur Veloroute 6 im Dulsberg stadtinwärts: Stormaner Straße Ecke Lauenburger Straße endet der bequeme Radfahrstreifen und führt zur Verwirrung der von rechts kommenden Autofahrerinnen quer über das Kopfsteinpflaster auf einen engen Gehweg in schlechtem Zustand. Weil das Zeichen 240 nach StVO (gemeinsamer Fuß- und Radweg) noch nicht entfernt wurde, ist der Gehweg für Radfahrerinnen benutzungspflichtig. (Abb. 39 Nr. 6)

geführt werden, weil 70 m weiter sowieso der Radweg auf den Fahrradstreifen führt. Die frühere Einleitung des Radverkehrs auf die Fahrbahn spart somit nicht nur 1 Minute Wartezeit an der Ampel ein, sondern auch das Einbiegen und verlangsamte Fahren auf dem Radweg auf diesem Abschnitt, was geschätzt weitere 10 Sekunden Fahrzeit kostet. Die Einleitung auf die Fahrbahn könnte durch eine für den Radverkehr abgestimmte Ampel gesichert werden, die die Abbieger auf der Fahrbahn anhält. Der Abbiegestreifen ist lang und bietet genug Platz für einen kleinen Rückstau von mindestens 8 Fahrzeugen. ohne den Verkehr zu beeinträchtigen.

Um in Rückrichtung von der Walddörfer Straße in die Nordschleswiger Straße abzubiegen, muss man auf der Fahrbahn fahren und sich auf der Linksabbiegerspur einreihen. Beim Wechsel von der Fahrbahn auf den Radweg kurz nach dem Abbiegen sollte es eine deutliche Radführung geben, damit Fußgängerinnen und Autofahrerinnen nicht durch das plötzliche Manöver irritiert werden.

Der Gehweg-Durchgang vom Alten Teichweg zum Lycker Weg sollte eine schmale Radwegmarkierung und entlang der Grünfläche einen Radweg erhalten, um dem Radverkehr z.B. die rechte Seite zuzuteilen und Konflikte mit (dort nur wenig verkehrenden) Fußgängerinnen zu vermeiden.

Von der S-Bahnstation Friedrichsberg bis zur Straße Lerchenfeld gibt es nur zwei Kritikpunkte. Erstens sind die aufgepflasterten Schwellen an den Ein- und Ausfahrten der Fahrradstraße für Radfahrerinnen unangenehm zu überqueren. Hier sollten dünne Radfurten durchgezogen werden, in denen der Radverkehr erschütterungsfrei und ungebremst auf Fahrbahnebene die nur für Kfz gedachten Hindernisse durchfahren kann. Zweitens sollten die Überquerungen der die Fahrradstraße unterbrechenden Hauptstraßen durch Mittelinseln erleichtert werden. Ein Bevorrechtigung des Radverkehrs wäre hier natürlich die beste Lösung aus Sicht der Radfahrerinnen, wäre jedoch je nach Verkehrsstärke schwierig durchzusetzen.

Am Ende der Uferstraße muss die Straße Lerchenfeld überquert und die Fahrt entweder auf der nördlichen Uferseite des Kuhmühlenteichs und des Mundsburger Kanals fortgesetzt oder auf die südliche Uferseite gewechselt werden. Die kartierte Veloroute sieht den Wechsel auf die südliche Uferseite vor, was sinnvoll ist, wenn man zum Queren der Straße die Drückampel südlich der Brücke benutzt, zumal dann kein Umweg durch das erneute Überqueren der Brücke entsteht und die Fahrt sofort in der gewünschten Richtung fortgesetzt werden kann. Es ist jedoch sehr häufig zu beobachten, dass Radfahrerinnen die für die Rückrichtung vorgesehene Strecke nördlich des Kuhmühlenteichs in der Hinrichtung befahren. Dies liegt wohl hauptsächlich daran, dass der Blick der Radfahrerinnen am Ende der Uferstraße direkt in die Straße Immenhof fällt, die von diesem Punkt die direkteste Fortsetzung des Wegs ist (siehe Abb. 47). Die Ampel auf der anderen Brückenseite ist nicht im Blickfeld, weit weg und verspricht längere Wartezeit – dadurch entscheiden sich viele für die direkte Querung der Straße trotz starken Verkehrs. Zwei mal pro Woche (Di. 14-18:00, Fr. 08:30-13:00) ist im Immenhof Wochenmarkt und die Straße für Radverkehr nicht nutzbar, wie auf dem Foto (Abb. 47) zu sehen. Die nördliche Strecke führt über Asphaltfahrbahn, einen wassergebundenen Gehweg und eine enge Unterführung unter der Kuhmühlenbrücke, die südliche Strecke führt über einen engen, schlechten Radweg neben einem breiten, wassergebundenen Gehweg und durch eine enge Unterführung unter oder alternativ an einer Drückampel über die Straße Kuhmühle.

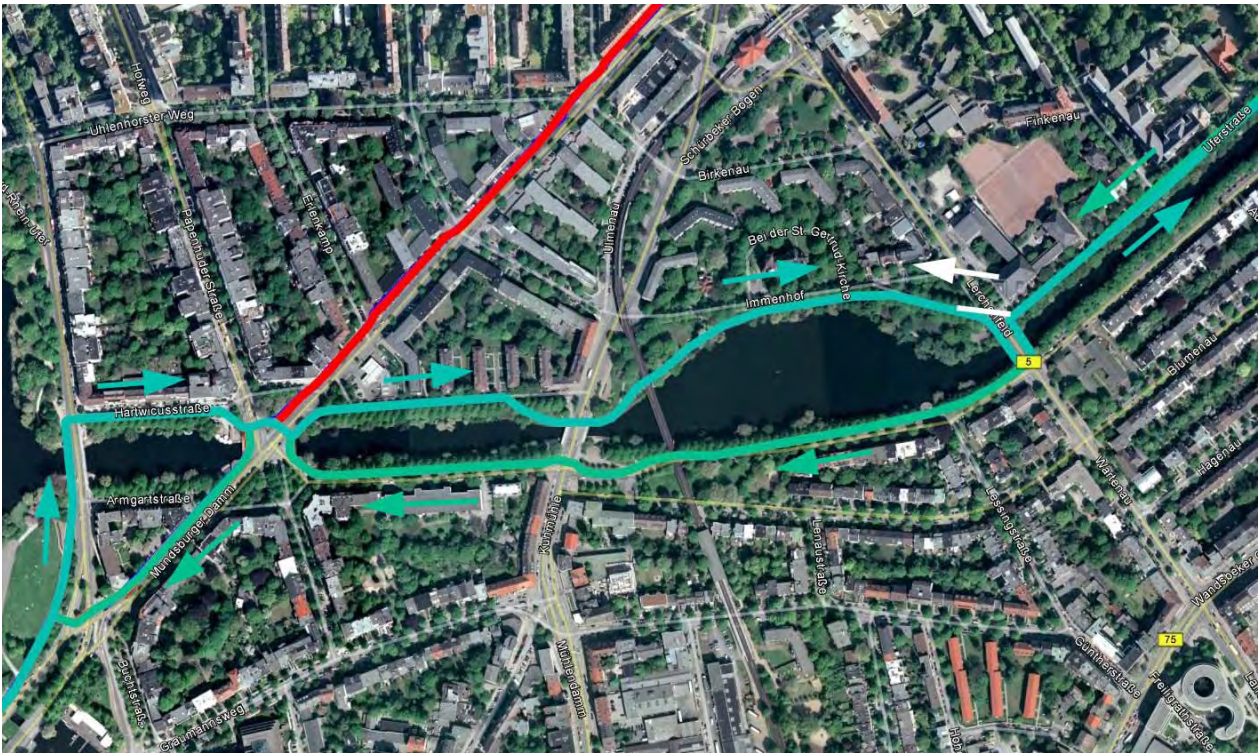


Abb. 46: Routenführung von Hinrichtung (grün, südlich) und Rückrichtung (türkis, nördlich) der Veloroute 6 am Eilbekkanal zwischen Lerchenfeld und Mundsbürger Brücke. Weiß: direkte Querung der Straße Lerchenfeld ohne den Umweg über die Ampel (siehe Abb. 47)



Abb. 47: Veloroute 6 Hinrichtung am Ende der Uferstraße: der direkteste Weg ist die umwegfreie Querung der Straße Lerchenfeld, wie sie von vielen Radfahrerinnen praktiziert wird (siehe wartenden Radfahrer rechts im Bild), obwohl sie bei starkem Verkehr Wartezeiten erforderlich macht und stressig oder sogar gefährlich ist. Verortet in Abb. 46 in weiß.

Hier sollte dem Bedarf der Radfahrerinnen nachgegeben und eine Querungshilfe installiert werden: entweder als Mittelinsel oder als mit der Fußgängerampel auf der anderen Brückenseite synchronisierte LSA, wodurch der Straße kaum Kapazität verloren ginge. Wenn eine sichere Überquerung der Straße möglich ist, könnte die Veloroute komplett auf das Nordufer in Hin und Rückrichtung verlegt werden.

Am Knoten Mundsburger Damm/Papenhuder Straße auf der Mundsburger Brücke, der mit 54 m breitesten Brücke Hamburgs, treffen Velorouten 5 und 6 zusammen. Stadteinwärts werden sie auf dem gemeinsamen Alsterabschnitt fortgesetzt, stadtauswärts folgt die Velo 5 dem Mundsburger Damm, während die Velo 6 in die Hartwicusstraße einmündet. Auf dem Rückweg müssen Radfahrende auf beiden Velorouten zwei Ampeln überqueren und durch das doppelte Warten verlängert sich die Reisezeit. In Hinrichtung betrifft dies nur Radfahrende auf der Velo 6. Beide Ampeln sind so geschaltet, dass sie nicht auf einmal überquert werden können. So sehr man sich beeilt: als Radfahrer wird die Ampel an der Papenhuder Straße kurz vor dem Erreichen der Fahrbahn rot und man muss eine ganze Rotphase abwarten. Mutige Radfahrerinnen, die die Strecke häufig fahren, haben aber schnell rausgefunden, dass sich viel Zeit sparen lässt und beide Ampel gleichzeitig überquert werden können, wenn man quer über die Kreuzung fährt und den Umweg über die Ecke spart (siehe Abb. 48, rote Linie). Dies lässt sich sehr häufig beobachten. Die jetzige Ampelschaltung scheint dies durch ein ausreichendes Zeitfenster für schnelle Radfahrerinnen bereits jetzt zu ermöglichen. Mein Vorschlag ist daher: durch eine minimale Veränderung der Freigabezeiten für den Kfz-Verkehr und eine Radfurt quer über die Kreuzung (siehe Abb. 48, gelbe Linie und Abb. 49) wird die direkte Überquerung legalisiert und auch für langsamere Radfahrerinnen ermöglicht. Eine solche Maßnahme würde bei sonst unveränderter Ampelschaltung mindestens 45 Sekunden und maximal 1:30 Min Reisezeit einsparen (Tabelle 31, Nr. 9 und 10)! Nicht zu unterschätzen ist an diesem prominenten Platz mit viel Kfz-Verkehr auch die symbolische Wirkung durch die sichtbare Komfortsteigerung des Radverkehrs, der dadurch das selbe Recht auf kurze Wartezeiten und direktes Abbiegen wie der MIV bekommt – und eine Erhöhung der Verkehrssicherheit.

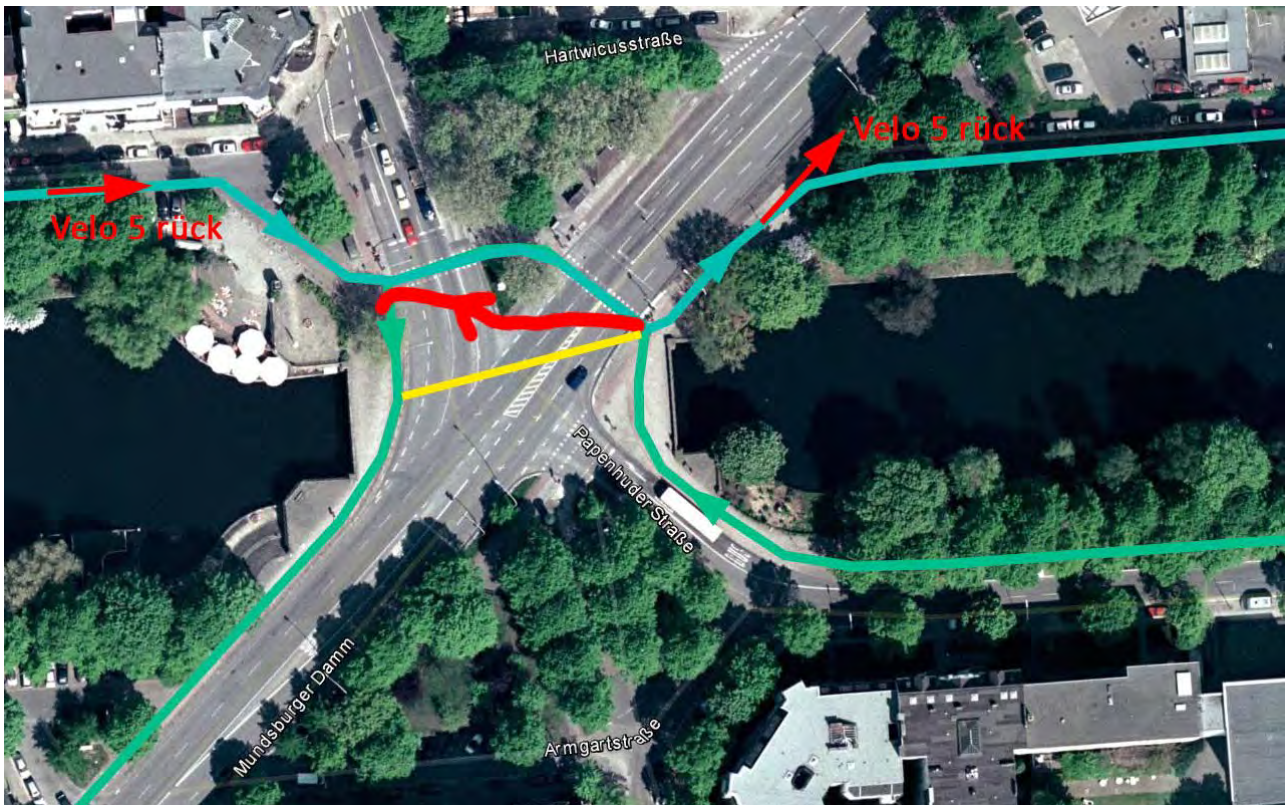


Abb. 48: An der Mundsburger Brücke treffen die Velorouten 5 und 6 zusammen und werden auf dem gemeinsamen Alsterabschnitt fortgesetzt. Grün: Hinrichtung Velo 6, türkis: Rückrichtung Velo 6, gelb: alternative, direkte Querung durch Radfurt, rot: wilde Überquerung beider Ampeln auf einmal.



Abb. 49: Fotomontage der vorgeschlagenen Radfurt zur direkten Überquerung des Knoten Mundsburger Brücke. Türkis: bisherige, umwegige Führung der Veloroute 6 stadteinwärts mit doppelter Wartezeit durch zwei getrennte LSA.

8. Gemeinsamer Alster-Routenabschnitt der Velorouten 5 und 6

8.1. Bestandsaufnahme

Die Velorouten 5 und 6 treffen stadteinwärts an der Mundsbürger Brücke zusammen und werden gemeinsam am südlichen Ufer der Außen- und Binnenalster, wo auch die Freizeitrouten 2 und 3 entlanglaufen, zum Jungfernstieg und Rathausmarkt geführt. Der Radweg und der begleitende Alsterwanderweg am Ufer weisen ein hohes Verkehrsaufkommen in beiden Richtungen auf, besonders zur Hauptverkehrszeit. Aufgrund der Enge und der unübersichtlichen Führung im Wechsel an der Straßenseite und am Gehweg entlang ist das Überholen bei viel Gegenverkehr fast unmöglich. Schnelle Radfahrerinnen werden so zu gebremster Fahrt hinter langsameren Radfahrerinnen gezwungen, die gesamte Fahrgeschwindigkeit des "Konvois" nimmt ab und dichtes Auffahren reduziert die Sicherheit. Der Abstand zu den Fußgängerinnen ist ebenfalls sehr gering. In Rückrichtung muss der Alsterradweg, der dann auf der anderen Straßenseite liegt, durch zusätzliche Ampelüberquerungen erreicht und wieder verlassen werden.

Im Bereich des Jungfernstiegs, Rathausmarkts und der Bergstraße ist sehr viel Fußverkehr, der zwangsweise die Flächen auf den Radwegen und Radfurten mitbenutzt. Auf dem Rad ist hier zügiges Fahren kaum möglich, mit Fahrtunterbrechungen muss gerechnet werden. Der Bereich ist jedoch sehr klein und sollte nur für die wenigsten Radfahrerinnen auf den Velorouten das tatsächliche Zielgebiet sein. Viele werden sicherlich ihre Fahrt vom Jungfernstieg z.B. in Richtung Gänsemarkt fortsetzen. Auf der Südseite des Ballindamms, hinter der Europapassage in der Hermannstraße und hinter dem Rathausmarkt befinden sich StadtRAD-Verleihstationen.

Hinrichtung (stadteinwärts)

Streckenabschnitte nach Art, Bodenbelag und Zustand:

Nr.	Straßenname(n)	Länge [m]	Art	Boden	Zustand
1	Mundsbürger Damm	100	BR	BG	O
2	Mundsbürger Damm	130	BR	BG/A	-
3	Alsterweg, Schwanenwik	215	BR	BG	O
4	Alsterweg, An der Alster	945	BR	BG	O
5	Alsterweg, An der Alster	105	BR	BG	O
6	Ferdinandstor	200	BR	BP/A	O
7	Ballindamm	550	BR	BP	O
8	Jungfernstieg	175	BR/RS	BG/KO	O

Tab. 37: Routenverlauf der Alsterroute stadteinwärts von der Mundsbürger Brücke bis Rathausmarkt nach Art und Zustand der Bodenbeläge. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Querungen und LSA:

Nr.	Straße	Art	Signal	Freigabezeit	Umlaufzeit
1	Mundsbürger Damm/Papenhuder Str.	LSA	F	44	90
2	Mundsbürger Damm/Buchtstr.	LSA	F	38	90
3	Schwanenwik	LSA	F	44	90

4	Kennedybrücke	LSA	F	12	90
5	Kennedybrücke	LSA	R	40	90
6	Kennedybrücke	x			
7	Ferdinandstor	x			
8	Lombardsbrücke	LSA	R	22	90
9	Ballindamm/Jungfernstieg	LSA	F	8	60

Tab. 38: Querungen und LSA entlang der Alsterroute stadteinwärts von der Mundsbürger Brücke bis Rathausmarkt. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Rückrichtung (stadtauswärts)

Streckenabschnitte nach Art, Bodenbelag und Zustand:

Nr.	Straßenname(n)	Länge [m]	Art	Boden	Zustand
1	Plan	80	F50	KO	+
2	Ballindamm	45	F50	A	O
3	Ballindamm	80	BR	BP	O
4	Ballindamm	500	BR	BG	O
5	Ballindamm	105	BR	BG	O
6	An der Alster	150	BR	BP	O
7	Alsterweg, An der Alster	945	BR	BG	O
8	Schwanenwik	308	BR	BG/A	O
9	Hartwicusstraße	160	F50	A	O
10	Hartwicusstraße, Taxibereich	30	F50	KO	O

Tab. 39: Routenverlauf der Alsterroute stadtauswärts vom Rathausmarkt bis zur Mundsbürger Brücke nach Art und Zustand der Bodenbeläge. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Querungen und LSA:

Nr.	Straße	Art	Signal	Freigabezeit	Umlaufzeit
1	Plan/Jungfernstieg	LSA	A	15	60
2	Ballindamm/Alstertor	LSA	F	24	60
3	Ballindamm/Gertrudenstr.	x			
4	Ballindamm/Brandsende	LSA	F	40	75
5	Ballindamm/Lombardsbrücke	LSA	R	25	75
6	Ballindamm/Lombardsbrücke	x			
7	Ferdinandstor/Holzdam	LSA	F	50	75
8	Ferdinandstor/An der Alster	LSA			
9	Hartwicusstr.	T50			
10	Papenhuder Str.	LSA	F	44	90
11	Mundsbürger Damm	LSA	F	10	90

Tab. 40: Querungen und LSA der Alsterroute stadtauswärts vom Rathausmarkt bis zur Mundsbürger Brücke. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

8.2. Qualitätsbeurteilung

Gemeinsame Alsterroute von Veloroute 5 und 6 (Mundsburger Brücke bis Rathausmarkt):

	Hinrichtung	Rückrichtung
Fahrzeit [Min]	10:56	10:50
[zusätzliche Messergebnisse]	[09:30]	
Streckenlänge	2.515 m	2.650 m
Umfwegfaktor	1,24	
Querungen / davon LSA	9 / 7	11 / 8
Durchschn. LSA-Abstand	359 m	331 m
Abbiegevorgänge	2	5
Bodenbelagsqualität nach Quantifizierungsverfahren	65 %	65 %
Bodenbelagsqualität nach Energieverfahren	17,52 MJ/(kg*m)	16,0 MJ/(kg*m)
Einwohner im 300m-Umfeld	12.300 Ew	
Erschließungsqualität	4,89 Ew/m	
Raumdurchlässigkeit	2.400 m / 10:53 Min = 13,2 km/h	

Tab. 41: Übersicht der Qualitätsmerkmale der Alsterroute von der Mundsburger Brücke bis Rathausmarkt. Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6.

Die Bodenbelagsqualität auf dem Alsteruferradweg ist nicht so gut, wie man vermuten könnte: bei der Sichtbeurteilung habe ich den Zustand der gefasteten Betonsteine als normal bewertet. Die Erschütterungsmessungen, die auch alle Einzelschäden erfassen, geben ein genaueres Bild: die Qualität auf dem Radweg liegt dichter an Kopfsteinpflaster als an ungefasten Steinen (siehe Tab. 4). Das hohe Verkehrsaufkommen, das Konzentration erfordert, scheint die Wahrnehmung des Bodenbelags zu beeinflussen. Im Mittel liegt die Bodenbelagsqualität im unteren Feld aller untersuchten Abschnitte – sie wird nur von der Ist-Route im Dulsberg noch maßgeblich unterschritten. Die Erschließungsqualität ist sehr gering, weil der 600m-Korridor entlang der Route an der Alster auf der einen Seite über Wasser abgebildet wird und auf der anderen auf die großen Verkehrsflächen fällt. Die Route erreicht die Wohnbebauung in St. Georg daher nur in sehr geringem Umfang. Aus der Draufsicht sieht die Routenführung sehr direkt aus. Die 24 % Umweg sind daher etwas überraschend, aber mit der umwegigen Führung von der Alster über Ferdinandstor zum Ballindamm in Hinrichtung und von der Alster über die Hartwicusstraße zur Mundsburger Brücke in Rückrichtung zu erklären. Umweg und hohe LSA-Dichte sind für die relativ geringe Raumdurchlässigkeit verantwortlich.

8.3. Alternative Routenführung und Aufwertungspotential

Alternativrouten

Bei steigendem Radverkehrsaufkommen und zunehmender Bekanntheit der Velorouten 5 und 6 sowie der Freizeitrouten 2 und 3, die in beiden Fahrtrichtungen an der Alster entlang geführt werden, ist die Suche nach Entlastungsrouten geboten. Bereits jetzt erreicht der Radweg im Sommer zur Hauptverkehrszeit die Auslastungsgrenze.

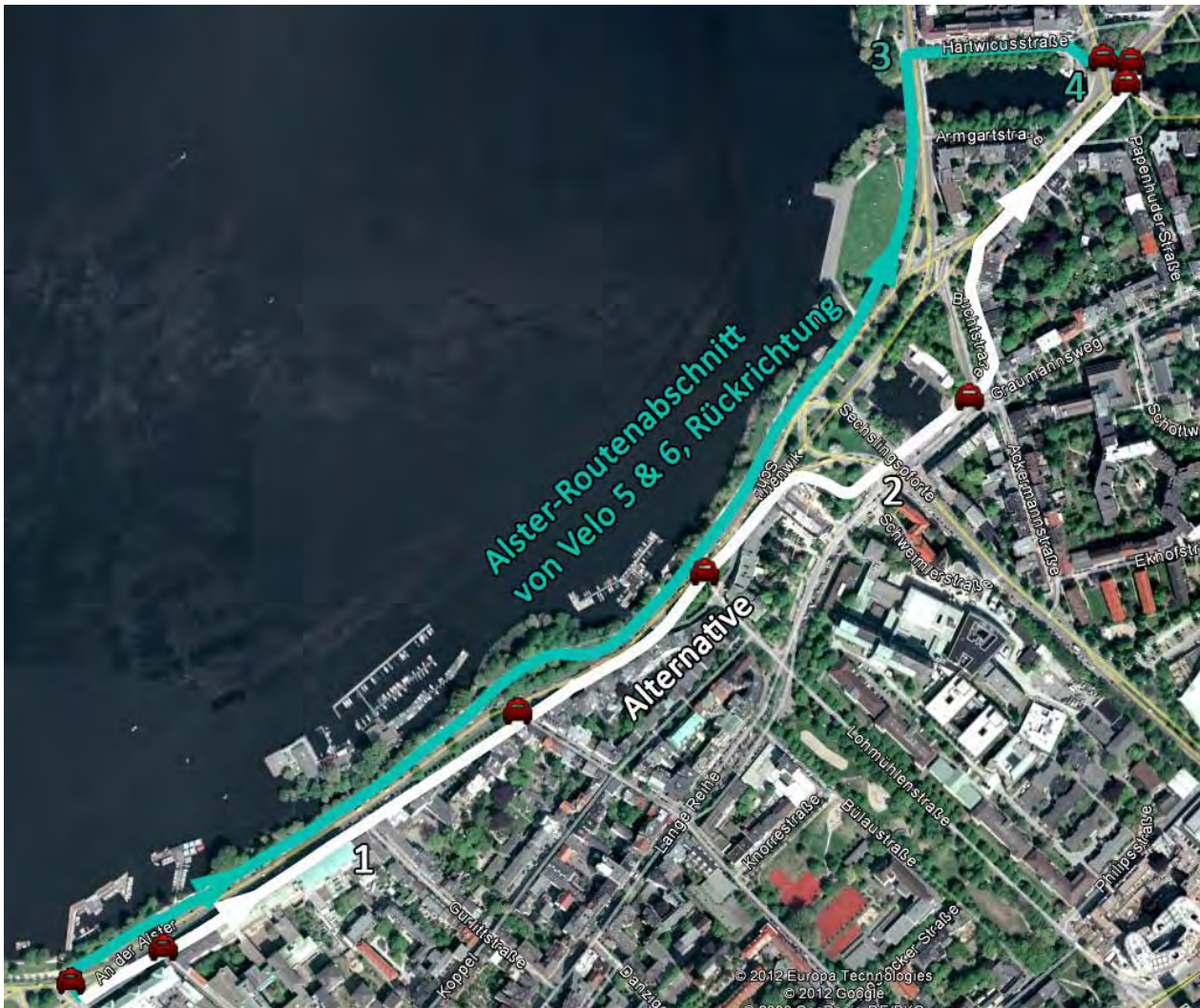


Abb. 50: Rückrichtung des gemeinsamen Alster-Routenabschnitt von Veloroute 5 und 6 (türkis) mit Alternativroute (weiß), Zahlen: siehe Tab. 43, rote Autosymbole: LSA.

Für die Rückrichtung von Veloroute 5 und 6 gibt es die Möglichkeit, auf der rechten Seite der Straße "An der Alster" zu bleiben und nicht am Knoten An der Alster/Holzdam über die Ampel auf die Uferseite zu wechseln (Alternative, Abb. 50). Diese Alternativroute führt zwar über zwei Ampeln zusätzlich, die jedoch ausgelassen werden können (siehe unten). Sie führt über besseren Bodenbelag, durch eine breite Unterführung und vor allem fernab des belebten Alsterwanderwegs. Der fehlende Seeblick ist Alltagsradfahrerinnen sicherlich nicht jeden Tag wichtig, wenn sie dadurch ein paar Minuten Fahrzeit sparen können.

Gemeinsame Alsterroute - (Abschnitt Alster/Holzdammbis Mundsbürger Damm/Armgartstr.):

	Ist-Route Alsterwanderweg	Alternative Unterführung Barcastraße
Fahrzeit [Min]	6:21	4:33 [5:12]
Streckenlänge	1.634 m	1.536 m (Google), 1.550 m (GPS)
Umfwegfaktor	1,11	
Querungen / davon LSA	5 / 3	9 / 5 (7 / 3)*
Durchschn. LSA-Abstand	545 m	307 m (512 m)*
Abbiegevorgänge	3	3
Bodenbelagsqualität nach Quantifizierungsverfahren	66 %	72 %
Bodenbelagsqualität nach Energieverfahren	12,3 mJ/(kg*m)	11,9 mJ/(kg*m)
Einwohner im 300m-Umfeld	12.050 Ew	13.650 Ew
Erschließungsqualität	7,37 Ew/m	8,89 Ew/m
Raumdurchlässigkeit	13,5 km/h	18,9 km/h

Tab. 42: Übersicht der Qualitätsmerkmale der Ist-Route und der Alternative für den Rückweg der Alsterroute zur Entlastung des Alsterwanderwegs (siehe Abb. 50). Zeichen/Abkürzungen: siehe Glossar und Erläuterungen auf S. 6. *(beim Meiden des parallelen Radwegs An der Alster)

Neben der Fahrzeit ist auf der Alternativroute überraschend sogar die Fahrstrecke kürzer. Der Grund für die längere Fahrzeit am Alsterwanderweg liegt an den letzten beiden Ampeln an der Mundsbürger Brücke, die nicht zusammen überquert werden können, und der freien Überquerung der Straße Schwanenwik. An diesen Stellen geht Zeit verloren. Zudem ist der Bodenbelag besser – Quantifizierungs- und Energieverfahren erzielen beide ein um 9 % besseres Ergebnis auf der Alternativroute. Dies geht auf den Asphalt auf der Fahrbahn und im Bereich der Unterführung zurück, der weniger Erschütterungen verursacht als die gefasteten Steine des Alsterradwegs. Die Erschließungsqualität ist deutlicher höher, weil die Route besser von der Wohnbebauung aus zu erreichen ist. Insgesamt ergibt sich mit 18,9 km/h eine hervorragende Raumdurchlässigkeit.

Aufwertungspotential

1	Der Radweg verläuft parallel zu einer breiten, asphaltierten Nebenstraße und erfordert das Warten an zwei Ampeln, um ihn erreichen zu können.
2	Breite Unterführung mit asphaltiertem Radweg parallel zur Barcastraße unter der Sechslingspforte.
3	Die Straße Schwanenwik muss hier wild überquert werden, um die Hartwicusstraße zu gelangen. Bei viel Verkehr muss man hier längere Wartezeit einplanen.
4	Um von der Hartwicusstraße auf die rechte Seite des Mundsburger Damms zu gelangen müssen zwei Ampeln überquert werden, was viel Zeit kostet (siehe Abb. 48).

Tab. 43: Beschreibung ausgewählter Stellen auf der Alsterroute und der vorgestellten Alternativroute wie verortet auf Abb. 50.

Auf der Alternativroute gibt es jedoch noch einigen Verbesserungsbedarf: der parallele Radweg zur Nebenstrecke von "An der Alster" (Abb. 50, Nr. 1) ist überflüssig, weil es sich auf der Fahrbahn viel besser fährt und der Zugang zum und Abgang vom Radweg jeweils eine zusätzliche, unnötige Wartezeit an einer Ampel erfordert (siehe Abb. 51 und 53). Der Radverkehr sollte einfach auf die Straße und am Ende dieser wieder auf den Radweg zurück geleitet werden – Ampeln und Radweg sollten zurückgebaut werden, was auch dem Kfz-Verkehr einen Halt erspart. Dafür müssen die Radfahrerinnen zwar ggf. an einer Ampel für den Kfz-Verkehr zusätzlich halten, auf dem parallelen Radweg treten auf gleicher Höhe jedoch ebenfalls Behinderungen auf (siehe Abb. 52). Bei der Fahrzeitmessung bin ich bereits ohne Probleme auf der Fahrbahn gefahren. Die anderen Ampeln lassen sich unter näher zu untersuchenden Bedingungen sogar als Grüne Welle fahren, was ich auf einer Zeitfahrt beobachtet habe.



Abb. 51: Alternativroute an der Alster: der Radverkehr soll hier an der Ampel warten, bevor er auf dem nichtbenutzungspflichtigen Radweg parallel zur breiten Nebenstraße weitergeführt wird.



Abb. 52: Auf dem parallelen Radweg sind Behinderungen an diesem Überweg unvermeidlich: Radfahrerinnen und Fußgängerinnen müssen auf dem Radweg warten. (verortet in Abb. 50, Nr. 1)



Abb. 53: Am Ende des parallelen Radwegs muss erneut an einer Ampel gewartet werden.



Abb. 54: Unterführung parallel zur Barcastraße unter der Sechslingspforte auf der Alternativroute (verortet in Abb. 50, Nr. 2).

Ohne die Alternativroute müssten mindestens zur sichereren und etwas schnelleren Überquerung des Schwanenwik (Abb. 50, Nr. 3) eine Mittelinsel oder ein Fußgängerüberweg gebaut werden und die zeitraubende Überquerung des Knotens auf der Mundsburger Brücke verbessert werden (z.B. nach meinem Lösungsentwurf auf Abb. 49).

9. Flankierende Maßnahmen

Unter flankierenden Maßnahmen verstehe ich hier Ideen und Empfehlungen für Aufwertungsmaßnahmen, die über die Routenführung und das Bauliche der Radverkehrsanlagen hinausgehen. Sie sind nicht an einzelne Örtlichkeiten gebunden und können an allen Velorouten an geeigneter Stelle realisiert werden.

9.1. Erhöhung der Raumdurchlässigkeit

Freigabezeiten an LSA-Knoten für Radverkehr verlängern

Oftmals sind die Freigabezeiten für den Radverkehr deutlich kürzer als für den Kraftverkehr. Die Signalisation erfolgt für den Radverkehr nämlich meist gemeinsam mit dem Fußverkehr, der eine

deutlich längere Übergangszeit braucht (weil hier kleine Kinder und gehbehinderte Menschen mitberücksichtigt werden). Dadurch fällt die Freigabezeit viel geringer aus. Eine Möglichkeit dies zu beheben ist, dem Radverkehr ein eigenes Signal ("Fahrradampel") zu installieren und eine entsprechend längere Freigabezeit zu erteilen. Das Problem ließe sich jedoch auch durch die Führung des Radverkehrs auf der Fahrbahn, wo er von den deutlich längeren Freigabezeiten des Kraftverkehrs automatisch profitieren kann. Die kurzen Freigabezeiten für den Fußverkehr stehen jedoch auch allgemein in der Kritik. Eine Verbesserungsmöglichkeit wäre die Verlängerung der Freigabezeit in Kombination mit einer Geschwindigkeitsreduktion für den Kraftverkehr im Knotenbereich. Dies würde die Sicherheit für langsamere Fußgängerinnen erhöhen, die Räumzeit jedoch auch etwas verlängern und die Knotenkapazität reduzieren, wäre daher nicht an Knoten mit hoher Auslastung zu realisieren. Eine weitere wichtige Aufgabe in dem Zusammenhang ist der Rückbau der "Bettelampeln", bei der Fuß- und Radverkehr per Knopfdruck Grün anfordern muss.

Für die Anwendung dieser Maßnahmen auf den Velorouten empfehle ich, meine LSA-Bestandsaufnahme zu Grunde zu legen und dort alle LSA zu selektieren, die

1. eine sehr kurze Freigabezeit haben,
2. den Radverkehr gemeinsam mit dem Fußverkehr signalisieren und
3. alle Drückampeln.

Diese LSA sollten Priorität bei der fahrradfreundlichen Umrüstung erhalten. Verlängerte Freigabezeiten für den Radverkehr können automatisch zu Grünen Wellen führen – auch, wenn die Signalisierung gar nicht bewusst dafür koordiniert wird. Manchmal fehlen nämlich nur wenige Sekunden zur Querung der nächsten Kreuzung ohne Anhalten. Um gezielt die Grüne Welle ermöglichende LSA zu selektieren, müssen viele Testfahrten mit Zeitmessungen gemacht werden. Dies konnte im Umfang dieser Arbeit nicht vorbereitet werden.

Anzahl an Querungen reduzieren

Alle Begegnungs- oder Interaktionsflächen mit dem Kraftverkehr (ich bezeichne sie als Querungen) bergen potenziell erzwungene Fahrtunterbrechungen. Nicht nur an rotem Ampeln oder in Tempo 30-Zonen bei Rechts-vor-Links-Begegnungen müssen Radfahrerinnen anhalten, sondern im Gegensatz zum Kraftverkehr sogar auf Vorfahrtsstraßen mit einmündenen Nebenstraßen. Das liegt daran, dass eine in die Vorfahrtsstraße einbiegende Autofahrerin üblicher Weise bis an die Sichtlinie heran fährt und dabei die Radfurt versperrt. Wenn Radfahrerinnen auch nicht immer anhalten müssen, ist an diesen Stellen zur Selbstabsicherung dennoch erhöhte Aufmerksamkeit geboten und manchmal damit verbunden auch eine Geschwindigkeitsreduktion notwendig. Querungen bedeuten für den Radverkehr meist auch, abgesenkte Bordsteine überfahren zu müssen, was selten völlig erschütterungsfrei läuft. Ein wichtiges Ziel bei der Aufwertung der Velorouten ist also, die Anzahl an Querungen zu verringern. Wie gezeigt, kann dies in erster Linie durch optimierte Routenführung erreicht werden. Es lässt sich jedoch auch durch Verkehrsberuhigungsmaßnahmen ermöglichen, bei der eine Nebenstraße von der Hauptstraße abgebunden wird. Entlang der Bramfelder Chaussee ist dies an viele Stellen bereits realisiert worden.

9.2. Beschilderung und Kennzeichnung der Velorouten

Nummern um Namen ergänzen

Die Nummerierung der Velorouten erlaubt eine kurze Bezeichnung und systematische Ordnung. Namen wären jedoch einprägsamer und womöglich attraktiver. Ich schlage daher vor, zu den Nummern einen Bei- oder Spitznamen für die einzelnen Routen zu verwenden. Hierfür könnte z.B. ein Namensfindungswettbewerb ausgeschrieben werden, was zusätzlich wieder Werbung für die Velorouten wäre. Für die Namen würde sich auch eine Sponsoring-Kombination anbieten. Für die Finanzierung des Ausbaus einzelner Velorouten zu echten Radschnellwegen würden Hamburger Traditionsunternehmen gewonnen, die der Route dann ihren Namen gäben. So könnte es einen "Phoenix-" oder "Airbus-Radschnellweg" in Harburg geben, einen "Beiersdorf-Radschnellweg" durch Eimsbüttel, einen "Hamburg Energie-Radschnellweg", usw. - vergleichbar mit der O² World (ehemals Color Line Arena) oder der Imtech Arena (ehemals AOL Arena und HSH Nordbank Arena). In London konnte zur Finanzierung der Cycle Superhighways die Bank Barclays gewonnen werden, die bereits das städtische Fahrrad-Verleihsystem mit 31 Mio. Euro gesponsert hatte³¹. Die Radschnellwege heißen somit "Barclays Cycle Superhighway" und das londoner StadtRAD-System "Barclays Cycle Hire" (siehe Abb. 55). Dadurch erhält man gleichzeitig prominente und politisch schwerwiegende Fürsprecher, die Gesicht zeigen für den Radverkehr.



Abb. 55: Das Corporate Design und die Ausschilderung der Radschnellwege in London tragen das Logo des Sponsors. (TfL 2012)

Einzelne Veloroutenäste sollten eigene Bezeichnungen bekommen. Die zwei verschiedenen Enden der Veloroute 5 habe ich in dieser Arbeit nach ihrer Lage in Ost und West benannt. Eine offizielle Bezeichnung wie bspw. 5a und 5b wäre kurz aber verständlicher.

Beschilderung mit Informations-Mehrwert

Dass die Velorouten durchgängig, gut sichtbar und eindeutig ausgeschildert sein müssen, braucht wohl nicht begründet zu werden. Ob die kleinen Wegweiser im Stil der touristischen Schilder ausreichend sind, bezweifle ich jedoch stark. Die kompakte Größe macht sie nur sichtbar für konzentriert Suchende. Außerdem bieten sie keinen Platz für weitere Informationen. Die Präsenz und positive Darstellung der Velorouten im öffentlichen Raum ließe sich durch das bereitstellen von hilfrei-

³¹ Wikipedia "Barclays Cycle Hire" 2012

chen Informationen für Radfahrerinnen neben den reinen Richtungsangaben steigern. So könnte die Beschilderung nicht nur mitteilen: "Hier ist eine Veloroute", sondern auch, warum sie besser ist als andere Radrouten, welche Qualität hier garantiert wird und welche Vorteile die Radfahrerinnen haben. Radfahrerinnen sollen nicht nur wissen, dass sie eine Veloroute benutzen, sondern auch, was sie davon haben.

Konkretes Beispiel: ein Schild an einer Fahrradampel weist auf eine Grüne Welle (durch für Radverkehr koordinierte Signalisierung oder Zufall) über die folgenden Kreuzungen hin (Abb. 56). Diese ließen sich bereits jetzt an einigen Stellen der untersuchten Routen anbringen, da ungeplant bereits einige Ampelfolgen unterbrechungsfrei vom Radverkehr befahrbar sind.



Abb. 56: Beispiel für eine werbewirksame Beschilderung einer Veloroute mit Informationen über ihre Vorteile an einer Ampel. Die Route trägt den Namen des Sponsors und eine Nummer.

Als Zusatzinformationen bieten sich unter Anderem an:

1. Geschätzte Fahrzeit zu beliebten Zielen: "Nur 18 Min bis zur Uni Hamburg".
2. Angaben über die besondere Eignung für mehrspurige Fahrräder oder Anhänger: "Ab hier: Mindestbreite 2,5 m bis Rathausmarkt".
3. Angaben über unterbrechungsfreie Routenabschnitte: "Ab hier ampelfrei bis zur Alster".
4. Angaben über alternative, parallele Routenabschnitte abseits der Veloroute für Alltagsfahrerinnen: "4 Min Abstecher: alternativ hier rechts zum See abbiegen – Rückweg zur Hauptstrecke ausgeschildert". So ließen sich Freizeit- und Alltagsrouten gut verbinden, ohne ihre Differenzierung aufzuweichen.

Die Schilder sollten groß und auffällig sein - vergleichbar mit Autobahnschildern, die durch ihre enorme Größe schon aus großer Entfernung abzulesen sind. Die Kritik am "Schilderwald" lässt sich leicht damit kontern, dass die meisten und größten Schilder dem Kraftverkehr dienen und der Radverkehr auch ein Recht auf angemessene Führung hat.

Farbmarkierung

Eine deutliche Farbmarkierung hilft bei der Orientierung und macht die Veloroute präsent.

In Kopenhagen werden lediglich ein faustdicker, aber durchgängiger Farbstreifen und kleine Symbole zur Kennzeichnung verwendet – in London dagegen ist der komplette Fahrweg flächig blau eingefärbt (siehe Abb. 3). Das flächige Einfärben hebt den Fahrweg deutlich hervor und grenzt ihn von den Kraftverkehrsflächen ab. Ich favorisiere diese Lösung, weil sie dem Radschnellweg etwas Ernsthaftes und Seriöses gibt. Die Hemmschwelle, auf so einem Weg zu parken, sollte für Autofahrerinnen deutlich höher sein, als wenn nur eine dünne Linie auf dem Boden verläuft, die leichter zu übersehen ist. Wenn das flächige Auftragen von



Abb. 57: Aufgesprayte Veloroutenmarkierungen sind günstig und schnell und zu realisieren – bevor irgendwann eine richtige Farbmarkierung kommt.

Farbe vor Abschluss der endgültigen Routenfestlegung und einer nötigen Sanierung des Bodenbelags noch nicht sinnvoll scheint, könnte man zunächst in regelmäßigen Abständen oder an einzelnen, geeigneten Stellen Symbole auf dem Boden aufmalen. Analog zu den Fußabdrücken, die in Kaufhäusern den Kunden den Weg weisen, könnte man Fahrradreifenspuren verwenden (Abb. 57). Auch wenn bei 14 verschiedenen Velorouten eine deutliche farbliche Differenzierung schwierig ist, wäre es für die Identität und den Wiedererkennungseffekt der Velorouten nicht schlecht, wenn jede Route ihre eigene Erkennungsfarbe hätte, die sich auf der Beschilderung, der Farbmarkierung auf dem Fahrweg und der Kennzeichnung in Karten wiederfinden ließe: "Wir fahren erst die dunkelblaue Route, dann weiter auf Orange".

9.3. Ausstattung der Velorouten

An geeigneten Stellen entlang der Velorouten sollte es Fahrrad-Servicestationen zur Selbstbedienung geben. In einem Wetterschutzhäuschen oder unter einem begrünten Carport-Unterstand sollte es eine Luftpumpe geben, wie sie z.B. in Kopenhagen entlang der Routen aufgestellt sind. Ein Warenautomat mit Flickzeug, Erstschlächten (auch Regencapes, Fahrradkarten, usw.) und eine Fahrradhaltevorrückung zum einfachen Reparieren kombiniert mit einer Anleitung zur Schnellreparatur häufiger Mängel wären ein wertschätzendes Service-Angebot. Veloroutenstadtpläne mit Markierung der aktuellen Position sollten in Schaukästen einsehbar sein. Telefonzelle, Mülleimer

und Briefkasten ließen sich ebenfalls dort konzentrieren. Ein paar Fahrradbügel zum sicheren Abstellen und eine Videoüberwachung zum Schutz vor Vandalismus der gesamten Anlage würden die Bike-Stations an den Velorouten vervollständigen.



Abb. 58: Links: Reparaturhalterung für die Installation im öffentlichen Raum, rechts: öffentliche Luftpumpe mit Handbetrieb³²

Unabhängig von Servicepunkten wäre eine gute Erreichbarkeit von Briefkästen, Mülleimern und Telefonzellen per Fahrrad sicherlich eine weitere Maßnahme zur Radförderung. Hierfür könnten diese Einrichtungen bevorzugt an den Veloroutenstrecken aufgestellt werden, wenn eine Standortentscheidung im Umfeld zu treffen ist.



Abb 59.: Beispiel für einen Haltegriff zum bequemen Warten an einer Ampel.³³

³² Cyclehoop 2012

³³ Ziegler 2012

Um das Warten an Knoten komfortabler zu machen und das Anfahren zu erleichtern sollten gut sichtbare Haltegriffe installiert werden. Hierfür bieten sich natürlich nur die Ampelmasten an, die unmittelbar neben der Fahrradfurt stehen und vom Wartebereich aus erreichbar sind (Abb. 59). Alternative wäre auch Fußpodeste möglich, auf denen man sich abstützen kann ohne absteigen zu müssen oder einen unsicheren Stand zu haben. Die Griffe sollten in der Erkennungsfarbe der Veloroute lackiert sein. Die Velorouten erhalten dadurch ein sichtbares Qualitätsmerkmal, was sie aufwertet. Zusätzlich hätten diese Maßnahmen den Vorteil, die wartenden Radfahrerinnen an eine günstige Stelle zu locken und den Wartebereich zu strukturieren und für Fußgängerinnen frei zu halten.

9.4. Öffentlichkeitsarbeit

Öffentlichkeitsarbeit für Velorouten

Die Velorouten scheinen – trotz Veröffentlichung der Karten im Buchhandel und der Information auf der Website der Behörde – bisher überwiegend dem Fachpublikum bekannt zu sein und die Bevölkerung noch nicht erreicht zu haben. Ich kenne niemanden außerhalb des Fachkreises, der von der Existenz der Hamburger Velorouten weiß. Auf eine Anfrage bei der Staats- und Universitätsbibliothek Hamburg, bei der die Publikation Hamburgs Fahrradroutes erhältlich ist, nach der Nachfrage der Karten, erhielt ich die Antwort, dass lediglich die einzelne Karte Nr. 6/7 bisher ein einziges Mal und auch erst in diesem Jahr ausgehändigt wurde. Bei Amazon hat das Kartenset keinen Verkaufsrang und wird von keinem Händler angeboten – nur von privat inseriert. Dies bestätigt meine These – auch wenn ich die genauen Verkaufszahlen aus dem Buchhandel nicht ermitteln konnte und auch keine Antwort vom Betreiber des Hamburg.de-Internetportals über die Seitenabrufe der Velorouteninformationen erhalten habe.

Solange die Optimierung der Routenführung noch nicht abgeschlossen und nicht wenigstens die schlimmsten Mängelstellen beseitigt sind, sollte die Bewerbung der Velorouten besser noch nicht intensiv erfolgen – "verärgerte Kunden kommen nicht wieder". Sobald die Bekanntmachung im großen Umfang beginnt, habe ich dafür jedoch folgende Vorschläge:

Die beste Werbung ist Präsenz – daher sollten die Velorouten im öffentlichen Raum als solche erkennbar, auffällig und attraktiv sein. Neben den unter *Kennzeichnung und Beschilderung* vorgestellten Ideen können hier fahrradbezogene Kunstinstallationen entlang der Routen Aufmerksamkeit erregen. Die jeweilige Einweihung der Kunstwerke würde die Veloroute auch in den Lokalmedien immer wieder ins Gespräch bringen. An der Nordbahntrasse in Wuppertal gibt es z.B. einige schöne Kunstinstallationen. Die Installation von Zählwerken an stark frequentierten Orten bringt den Radverkehr stärker ins Bewusstsein, regt zur Diskussion an und weckt Interesse immer wieder nachzusehen, wie stark die Zahlen täglich steigen. Für Radfahrerinnen, die täglich das Zählwerk passieren, ist dies ein spielerisches, motivierendes Element: "Du bist Radfahrerin Nr. 376 heute

und Nr. 267.365 seit 2012". Nebenbei lassen sich so Nutzungsstatistiken erheben. In Kopenhagen wurde dies bereits realisiert (siehe Abb. 60).



Abb. 60: Fahrrad-Zählstelle (rechts) für Statistik - gleichzeitig eine Motivation zum Radfahren und Erhöhung der Präsenz des Radverkehrs in der Öffentlichkeit. Links: öffentliche Luftpumpe.³⁴

Zur Bekanntmachung und Identifikation der Velorouten könnte ein Wettbewerb ausgerufen werden, bei dem die Bürgerinnen sich für "ihre" Veloroute einsetzen. In einem bestimmten Zeitraum werden Zählungen gemacht und die Route mit den meisten gezählten Radfahrerinnen gewinnt eine Sonderausstattung (z.B. eine bevorzugte Radwegsanierung, Beleuchtung, Haltegriffe oder Abstützpodeste an den Ampeln). Die Teilnehmerinnen wären also angehalten, häufig das Fahrrad zu verwenden und andere ebenfalls zum Umsteigen zu animieren. Vorbild für einen solchen Wettbewerb könnte die Aktion "Mit dem Rad zur Arbeit" der AOK und des ADFC sein, bei dem Berufstätige animiert werden, das Rad für den Arbeitsweg zu verwenden.

³⁴ Cykelsuperstier 2012

An allen StadtRAD-Stationen sollten Velorouten-Karten in Schaukästen ausgestellt sein. Die digitale Stadtkarte an den Terminals sollte ebenfalls die Velorouten hervorheben. Für GPS- oder Online-Kartendienst-Nutzer sollten die Velorouten als Layer digitalisiert als Download erhältlich sein.

Öffentlichkeitsarbeit für besseres Fahrradklima

Plakatwerbung ist ein erfolgreiches Mittel um Images und Marken zu bilden. Es sollte auch zur Radverkehrsförderung genutzt werden, ist jedoch mit sehr hohen Kosten verbunden. Unter dem Label einer Verkehrskampagne der Behörde erreicht das Plakat vielleicht nicht jede Zielgruppe. Daher schlage ich eine günstigere und subtilere Image-Kampagne für den Radverkehr vor. Es werden nach festgelegten Kriterien Zuschüsse zu Plakatwerbung von Privatunternehmen gezahlt, wenn diese entlang einer Veloroute aufgehängt werden und den Radverkehr thematisieren. Beispiele:

- Reiseveranstalter bekommen für eine Plakatwerbekampagne, die nicht einen Zug in den Alpen sondern eine Familie auf dem Fahrrad zeigt, einen Kostenzuschuss.
- Ein Mann lehnt im Park an einem Baum und genießt einen Joghurt – neben ihm liegt sein buntes Fahrrad im Gras: "Radfahrer sind Genießer" – die Molkerei zahlt weniger für den Plakatdruck.
- Eine Radfahrerin mit prall gefülltem Lenkerkorb kommt aus ihrem Lieblings-Stadtteil-Einkaufszentrum – kein Mann, der seine Taschen ins Auto einräumt.

Wie ich nachweisen konnte, sind bereits jetzt einige Nahverkehrsverbindungen von Station A bis Station B mit dem Fahrrad auf den Velorouten schneller zu erreichen als mit der U-Bahn oder dem Bus. An den betreffenden Haltestellen könnte man mit diesem Hinweis werben. Beispiel: "Nicht warten – gleich starten! Die U-Hamburger Straße erreichen sie von hier per StadtRAD auf Veloroute 5 in nur 12 Min – kostenlos! Mach heute mal Bahn-frei."

Um den SchülerInnenradverkehr zu stärken und dem Trend der "Mama-Taxis" zu wehren, könnten Schulen bei der Bereitstellung von Leihfahrrädern für Kinder aus einkommensschwachen Familien aus Radförderungsmitteln finanziell unterstützt werden. Die Räder könnten schuljahrsweise an die Kinder gegen Pfand kostenfrei ausgegeben werden und in betreuten Fahrrad-Werkstatt-AGs im Nachmittagsprogramm der Ganztagschulen gepflegt und repariert werden. Eine Werbefinanzierung von Schulfahrradflotten wäre ebenfalls denkbar.

10. Fazit und Ausblick

Selbst im jetzigen Zustand konnte ich per Fahrzeitmessung belegen, dass entlang der Velorouten das Fahrrad gegenüber dem Auto und dem Nahverkehr bereits für viele Verbindungen leichte Reisezeitvorteile hat. Auf allen untersuchten Strecken unter 3 km, teils bis 5 km, ist man auf dem Rad schneller am Ziel. Auf längeren Strecken bei ca. 50 Min Gesamtfahrzeit ist man maximal 20 % län-

ger unterwegs. Das Fahrrad ist konkurrenzfähig und die Velorouten können damit ihren Anspruch erfüllen, Berufspendlerinnen zum Umsteigen vom Auto aufs Fahrrad zu bewegen – zumindest die Reisezeit betreffend. Vor allem an Fahrkomfort, übersichtlicher Routenführung, aber auch der Sicherheit, kann und muss hierfür noch viel verbessert werden.

Auch die bessere Präsenz der Velorouten im Verkehrsraum und begleitende Öffentlichkeitsarbeit für diese und den Radverkehr allgemein, wie ich sie bei den flankierenden Maßnahmen beschrieben habe, können die Radnutzung dort stärken. Die Velorouten müssen unbedingt erkennbar sein und sollten darüber hinaus positiv auffallen – auch in der Wahrnehmung der Autofahrerinnen, die ja eine wichtige Zielgruppe der Fahrrad-Maßnahmen sind.

Ich habe an ausgewählten Problemstellen durch die Auswahl und Anwendung vorhandener Lösungen oder mit der Entwicklung neuer Ideen Verbesserungsmaßnahmen geplant und konnte somit zeigen, dass viel Aufwertungspotential besteht. Dieses Potential ist oft mit nur geringen baulichen Mitteln zu erschließen. Eine Optimierung der Routenführung, wie ich sie schwerpunktmäßig durchgeführt haben, verursacht praktisch gar keine Kosten und kann dabei große Reisezeit- und Komfortvorteile mit sich bringen, was ich immer wieder belegen konnte.

Die von mir entwickelten Verfahren zur Qualitätsbeurteilung haben sich als praxistauglich herausgestellt. Durch sie und eine umfangreiche Bestandsaufnahme konnte ich die Velorouten insgesamt und einzelne Abschnitte analysieren und vergleichen. Die quantifizierten Qualitätsmerkmale haben sich bei der objektiven Prüfung von Alternativrouten bewährt und konnte auch zur Konkretisierung der Anforderungen an einen urbanen Radschnellwegstandard verwendet werden.

Derzeit entspricht noch keine der untersuchten Veloroutenabschnitte durchgängig dem von mir definierten Mindeststandard für einen "Hamburger Radschnellweg". Die Veloroute 5 West kann jedoch mit dem geringsten Aufwand zu diesem Standard aufgewertet werden. Grundsätzlich ist die Anforderung, die Wartezeit an den Knoten auf maximal 60 Sekunden zu begrenzen, die schwierigste. Wenn sich das Problem nicht einfach durch die Einrichtung einer eigenen Signalisation für den Radverkehr mit längerer Freigabezeit realisieren lässt, erfordert es einen Eingriff in den Signalplan und somit in die Leistungsfähigkeit des Knotens bezüglich des Kfz-Verkehrs.

Den Aufwand der empirischen Datenerhebung im Feld und der Entwicklung der Datenauswertungssoftware für die Erschütterungsmessungen habe ich stark unterschätzt und konnte daher im gegebenen Zeitrahmen von nur 3 Monaten viele Details nicht optimieren und viele Ideen nicht weiter verfolgen. Abschließend bin ich jedoch davon überzeugt, dass meine Erhebungen, Verfahrensentwicklungen und Planungsentwürfe die Weiterentwicklung des Radverkehrs in Hamburg unterstützen werden. Ich bin an der Durchführung weiterer Untersuchungen und der Weiterentwicklung der Auswertung von Erschütterungsmessungen interessiert und stehe auch für Rückfragen oder die Bereitstellung umfangreicheren Datenmaterials gerne zur Verfügung.

Um die Fahrzeitbewertungen zu verbessern, sollten noch mehr Fahrten auf den Routen mit verschiedenen Fahrerinnen auf unterschiedlichen Rädern durchgeführt werden. Vielversprechend sind weitere Untersuchungen über "Grüne Wellen" entlang der Velorouten, da bereits einige Routenabschnitte über mehrere LSA unterbrechungsfrei gefahren werden können und Verkehrsstärken und Signalpläne an einigen Knoten schlummerndes Verbesserungspotential für den Radverkehr vermuten lassen.

Das Energieverfahren braucht noch etwas mehr Zeit zur Ausreifung. Die Montage muss verbessert werden, sodass mehr Erschütterungen ungedämpft registriert werden können und somit eine noch feinere Unterscheidung der einzelnen Bodenbeläge möglich wird. Eine ungedämpfte Aufhängung in Achsnähe würde darüber hinaus die Vergleichbarkeit der Ergebnisse von verschiedenen Fahrrädern verbessern. Zur Validierung müssen noch Parameterstudien mit verschiedenen Fahrerinnen, Fahrrädern, Reifenprofile, Reifendruck, usw. gemacht werden. Es gibt auch noch viel ungenutztes Potential in der Datenauswertungssoftware. So werden die Ergebnisse von X- und Y-Achse noch nicht speziell aufbereitet, um sie ebenfalls zur Routenbewertung heranziehen zu können. Eine Bugs konnte ich auch noch nicht beseitigen, z.B. der gelegentliche zeitlicher Versatz von mehreren Sekunden der Erschütterungsdaten mit den GPS-Koordinaten (siehe Abb. 61). Bei der Bewertung langer Routenabschnitte fällt dies nicht ins Gewicht, beim kleinräumigen Vergleich einzelner Straßen jedoch schon. Hier muss der Versatz manuell ausgeglichen werden, was nicht so präzise möglich ist, als wenn es von vornherein richtig synchronisiert werden würde.

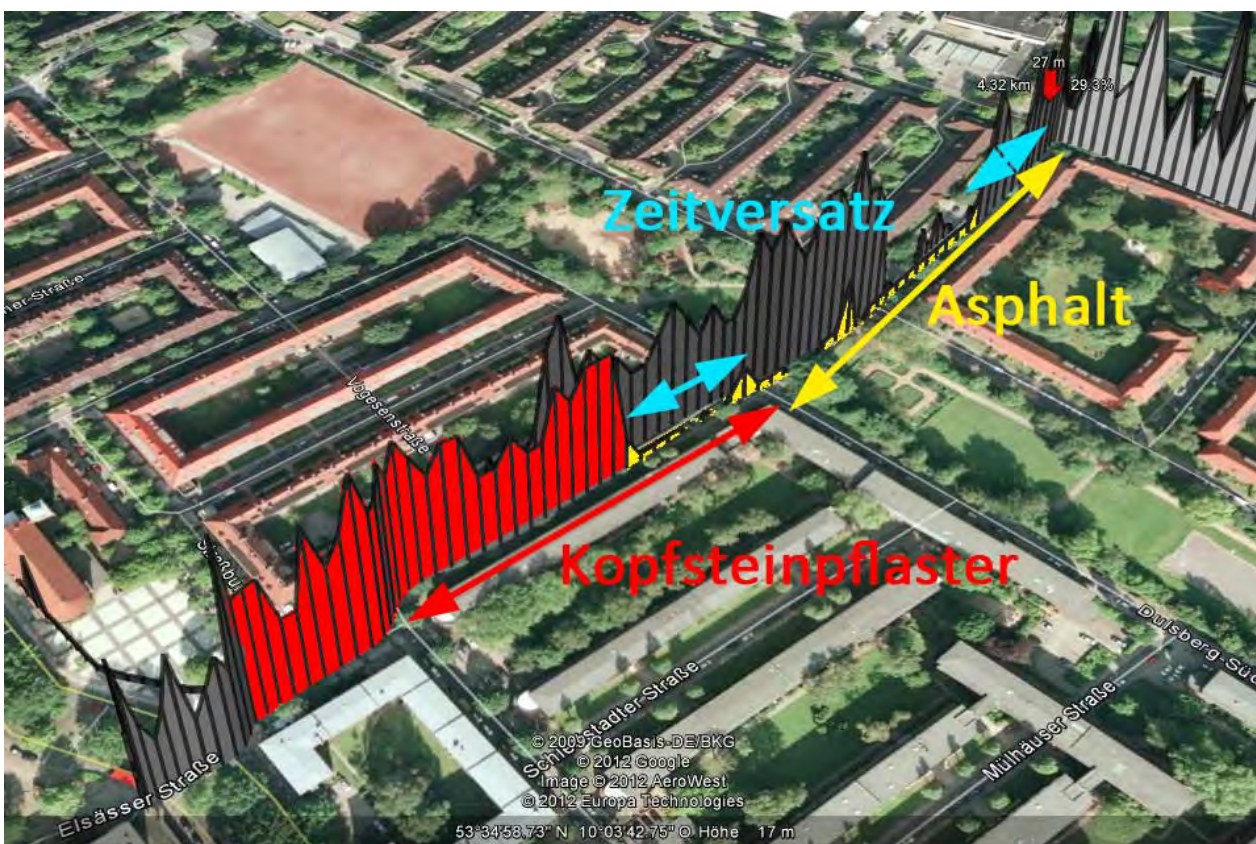


Abb. 61: Bug in der Datenauswertungssoftware: gelegentlich taucht noch ein Zeitversatz zwischen Beschleunigungsmessdaten und GPS-Koordinaten auf.

Literaturverzeichnis

ADFC 2012: Homepage des Allgemeinen Deutschen Fahrrad-Clubs ADFC e.V. , abgerufen 07.10.-14.11.2012.

Balasko et. al 2012: Sascha Balasko, Benjamin Grunow und Florian Zabel: Hamburger Senat verzögert den Rawe-Bau, Hamburger Abendblatt Online 02.08.2012, Link: <http://mobil.abendblatt.de/hamburg/article2357498/Hamburger-Senat-verzoegert-den-Radwege-Bau.html>, abgerufen 13.11.2012.

Böh 2008: Homepage des Hamburg Wiki, rechtlich verantwortlich Gerd Böh, Link: <http://www.hamburgwiki.de/wiki/Veloroute>, abgerufen 14.11.2012.

Breitinger 2012, Nur wenige nutzen das Fahrrad für den Arbeitsweg, Mathias Breitinger, Onlinebefragung des Meinungsforschungsinstitut YouGov im Auftrag von Zeit Online, 05.04.2012, Link: <http://www.zeit.de/auto/2012-04/umfrage-fahrrad-arbeitsweg>, abgerufen 24.11.2012.

BSU 2009: Fortschreibung des Hamburger Klimaschutzkonzept 2009/2010, Leitstelle Klimaschutz, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, 22.12.2009, Link: <http://klima.hamburg.de/contentblob/2031096/data/klimaschutzdrucksache-2009.pdf>, abgerufen am 25.11.2012.

(Fortschrittsbericht 2010, S.6-7)

BSU 2011: Radverkehrsstrategie für Hamburg. Fortschrittsbericht 2010. Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Januar 2011

BWVI 2012: Planungsgrundlagen für den Radverkehr, Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation Hamburg, Link: <http://www.hamburg.de/radverkehr/2962960/planungsgrundlagen-radverkehr.html>, aberufen 24.11.2012.

Cyclehoop 2012: Homepage der Firma Cyclehoop Ltd., Link: <http://www.cyclehoop.com>, abgerufen 25.11.2012.

Cykelsuperstier 2012: Präsentation "Cycle Super Highways in the Capitol Region of Copenhagen", Maj-Britt Koppen Andersen (Projektleiterin), veröffentlicht auf der Homepage des Sekretariatet for cykelsuperstier Kopenhagen, Link: <http://www.cykelsuperstier.dk>, abgerufen 24.11.2012.

ERA 2010: Empfehlungen für Radverkehrsanlagen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, Ausgabe 2010

Google 2012: Luftbildmaterial bereitgestellt vom Online-Geografiedienst Google Earth über das gleichnamige Softwaretool, abgerufen im Oktober-November 2012.

Helms 2012, unbekannter Künstler mit Namen Helms, Fundort der Karikatur: <http://lustaufzukunft.de/pivit/comfort/>, abgerufen Oktober 2012.

Melneczuk 2012: Wie sicher ist die Nordbahntrasse?, Stefan Melneczuk, Westdeutsche Zeitung Online, 08.10.2012, Link: <http://www.wz-newsline.de/lokales/wuppertal/wie-sicher-ist-die-nordbahntrasse-1.1121207>, abgerufen 25.11.2012.

Meschik 2008: Planungshandbuch Radverkehr, Michael Meschik, Wien, NewYork 2008.

Modyva 2012: Homepage der belgischen Firma MoDyVa, Link: <http://www.modyva.be>, abgerufen Oktober 2012.

Peach 2012: Homepage des London-Blogs ThisBigCity, Joe Peach, 16.01.2012 Link: <http://thisbigcity.net/the-truth-about-londons-cycle-superhighways-part-4/>, abgerufen 25.11.2012.

Pivit 1988: Erschütternde Radwege. Untersuchung des Schwinungskomfort an Fahrrädern. Rainer Pivit, Arbeitsgruppe Fahrradforschung der Universität Oldenburg, publiziert in: Pro Velo, Nr. 12 (März 1988), S. 27 - 34, Text im Wortlauf online: <http://lustaufzukunft.de/pivit/comfort/>, abgerufen September 2012, aufgefunden durch freundlichen Hinweis von Dr. Falk Riess, emeritierter Lehrbeauftragter der Universität Oldenburg am Institut für Physik.

Reidl 2012: Fahrradautobahnen für Pendler, Andrea Reidel, 20.08.2012, Zeit Online, Link: <http://www.zeit.de/auto/2012-08/fahrrad-schnellweg-kopenhagen>, abgerufen 24.11.2012.

Spiegelhauer 2012: Kleine Taschenlampe brenn': Trassentunnel sind dunkel, Andreas Spiegelhauer, Westdeutsche Zeitung Online, 02.11.2012, Link: <http://www.wz-newsline.de/lokales/wuppertal/kleine-taschenlampe-brenn-trassentunnel-sind-dunkel-1.1142789>, abgerufen 25.11.2012.

Swensson 2011: Besonderheiten des Radverkehrs und ihre Berücksichtigung bei der Verkehrssimulation mit Schwerpunkt auf die Routenwahl, Andreas Swensson, Studienarbeit an der TU Hamburg-Harburg am Institut für Verkehrsplanung und Logistik, 2011, S.16, nach Datengrundlage Mobilität in Deutschland MiD 2002.

TfL 2012: Barclays Cycle Superhighway Indicative Routes Map, Transport for London, Link: <http://www.tfl.gov.uk/assets/downloads/roadusers/Cycling/barclays-cycle-superhighways-map.pdf>, abgerufen am 25.11.2012.

Wikipedia "Barclays Cycle Hire" 2012: Freie Onlinenzyklopädie Wikipedia, englischsprachige Ausgabe, Stichwort: "Barclays Cycle Hire", Link: http://en.wikipedia.org/wiki/Barclays_Cycle_Hire, abgerufen am 25.11.2012.

Wikipedia "Radschnellweg" 2012: Freie Onlinenzyklopädie Wikipedia, deutschsprachige Ausgabe, Stichwort: "Radschnellweg", abgerufen am 07.10.2012.

Wuppertal Bewegung e.V. 2010: Homepage der Wuppertal Bewegung e.V., 21.06.2010, Link: <http://www.wuppertalbewegung-ev.de/index.php/die-nordbahntrasse>, abgerufen 25.11.2012.

Wuppertaler Rundschau 2012: Nordbahntrasse: Tunnel Dorrenberg gesperrt, Wuppertaler Rundschau, 11.2012, Link: http://wuppertaler-rundschau.de/web/home/lokalnachrichten/artikel~nwsa-110647--Nordbahntrasse_Tunnel_Dorrenberg_gesperrt, abgerufen 25.11.2012.

Ziegler 2012, Firma Ziegler Außenanlagen, Link: <http://www.ziegler-metall.de/webshop/verkehr/sicherheit/ampelgriff/haltegriff-f%C3%BCr-ampel-bzw-verkehrsmasten-seitlich>, abgerufen November 2012.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die Diplomarbeit selbstständig verfasst und keine andere als die angegebene Literatur benutzt habe, alle Ausführungen, die anderen Schriften wörtlich oder sinngemäß entnommen wurden, kenntlich gemacht sind und die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht Bestandteil einer Studien- oder Prüfungsleistung war.

Andreas Swensson

Anhang

- Beispiele für Fahrtzeitmessungen
- Komplettes Ausgabebeispiel der Datenverarbeitungssoftware

Beispiele für Fahrtzeitmessungen:

VELO 5 OST stadteinwärts (HIN):

Bramfelder Chaussee - Durchfahrt Fabriciusstraße --> Steilshooper Allee

AB: 14:37 AN: 14:42, Di 17.09.2012, Fahrtzeitmessung Zielgeschwindigkeit 20 km/h

04:48 Min, Durchschnittsgeschwindigkeit: 21,1 km/h, Maximal: 26,2 km/h, Strecke: 1,69 km, Höfendifferenz: 7m, -12,8m, Max Steigung 3,6 %, -3,4%, Durchschn. Steigung: 1,0%, -1,1%.

VELO 5 OST stadteinwärts (HIN):

Poppenbüttel - Bramfelder Chaussee - Rathausmarkt

AB: 10:21 AN: 11:13, Do 22.11.2012, Fahrtzeitmessung Zielgeschwindigkeit 20 km/h

52:05 Min, Durchschnittsgeschwindigkeit: 15,6 km/h, Maximal: 23,7 km/h, Strecke: 14 km, Höfendifferenz: 56,2m, -82m, Max Steigung 3,6 %, -5,3%, Durchschn. Steigung: 0,9%, -1,1%.

VELO 5 OST stadtauswärts (RÜCK):

Rathausmarkt - alternative Alsterstrecke - Bramfelder Chaussee - Poppenbüttel

AB: 10:43 AN: 11:33, Do 22.11.2012, Fahrtzeitmessung Zielgeschwindigkeit 20 km/h

49:40 Min, Durchschnittsgeschwindigkeit: 17,0 km/h, Maximal: 34,0 km/h, Strecke: 14 km, Höfendifferenz: 89,1m, -63m, Max Steigung 6,0 %, -4,0%, Durchschn. Steigung: 1,0%, -1,0%.

VELO 5 OST stadtauswärts (RÜCK):

Hamburger Straße Ecke Adolph-Schönfelder-Straße - Steilshooper Allee

AB: 17:45 AN: 18:09, Do 13.09.2012, Fahrtzeitmessung Zielgeschwindigkeit 20 km/h

24:07 Min, Durchschnittsgeschwindigkeit: 13,4 km/h, Maximal: 29,0 km/h, Strecke: 5,37 km, Höfendifferenz: 36,5m, -31,4m, Max Steigung 5,8 %, -4,5%, Durchschn. Steigung: 1,1%, -1,4%.

VELO 5 OST Alternative 2 stadtauswärts (RÜCK):

Bramfelder Chaussee Ecke Fabriciusstraße - Bramfelder Chaussee Schnittpunkt Fabriciusstraße

AB: 14:25 AN: 14:36, Mo 17.09.2012, Fahrtzeitmessung Zielgeschwindigkeit 20 km/h

11:08 Min, Durchschnittsgeschwindigkeit: 17,1 km/h, Maximal: 26,3 km/h, Strecke: 3,18 km, Höfendifferenz: 20,6m, -11,0m, Max Steigung 2,5 %, -3,0%, Durchschn. Steigung: 0,9%, -1,0%.

VELO 5 WEST stadtauswärts (RÜCK):

Hamburger Straße Ecke Adolph-Schönfelder-Straße - Suhrenkamp

AB: 16:58 AN: 17:19, Do 13.09.2012, Fahrtzeitmessung Zielgeschwindigkeit 20 km/h

21:10 Min, Durchschnittsgeschwindigkeit: 15,3 km/h, Maximal: 26,0 km/h, Strecke: 5,38 km, Höfendifferenz: 36,6m, -32,9m, Max Steigung 3,9 %, -3,4%, Durchschn. Steigung: 1,3%, -1,2%.

VELO 5 WEST stadteinwärts (HIN):

Suhrenkamp - Hamburger Straße Ecke Adolph-Schönfelder-Straße

AB: 17:20 AN: 17:40, Do 13.09.2012, Fahrtzeitmessung Zielgeschwindigkeit 20 km/h

19:38 Min, Durchschnittsgeschwindigkeit: 16,7 km/h, Maximal: 26,7 km/h, Strecke: 5,45 km, Höfendifferenz: 34,3m, -36,8m, Max Steigung 3,7 %, -4,0%, Durchschn. Steigung: 1,1%, -1,4% (Höhenwerte von Google).

VELO 5 stadteinwärts:

Hamburger Straße Ecke Adolph-Schönfelder-Straße --> Alster, Übergang Richtung Kunsthalle an der Kennedy-Brücke:

AB 18:03, AN: 18:12, Di 04.09.2012, sehr schnelle Zielfahrt (Richtung Altona).

08:57 Min, Durchschnittsgeschwindigkeit: 19,6 km/h, Maximal: 30,3 km/h, Strecke: 2,93 km, Höhendifferenz: 13m, -22m, Max Steigung 3,5 %, -5,5%, Durchschn. Steigung: 0,9%, -1,3%.

VELO 6 stadtauswärts:

Rathausmarkt --> Friedrichsberg, Anfang Dithmarscher Str.:

AB 21:31 , AN: 21:53, Di 04.09.2012, schnellstmögliche Zielfahrt bei Dunkelheit (Richtung Zwanckweg).

21:43 Min, Durchschnittsgeschwindigkeit: 15,9 km/h, Maximal: 27,3 km/h, Strecke: 5,75 km, Höhendifferenz: 34,2m, -30,6m, Max Steigung 6,8 %, -5,1%, Durchschn. Steigung: 1,0%, -1,0%.

VELO 6 stadtauswärts (Alternativer Alsterweg und Dulsberg-Alternative):

Rathausmarkt --> Wandsbek-Gartenstadt, Anfang Dithmarscher Str.:

AB 13:46 , AN: 14:17, Di 17.09.2012, Zielfahrt bei 20 km/h.

30:24 Min, Durchschnittsgeschwindigkeit: 15,8 km/h, Maximal: 33,4 km/h, Strecke: 8,00 km, Höhendifferenz: 49,8m, -39,4m, Max Steigung 6,2 %, -6,3%, Durchschn. Steigung: 1,0%, -1,1%.

[DAVON: , 11:32 Min Friedrichsberg-->Wandsbek-Gartenstadt, Ampel Alsterweg-->Ampel Mundsbürger Damm <=alternative Alsterroute>: 4:33 Min]

Komplettes Ausgabebeispiel der Datenverarbeitungssoftware:

- Bearbeitung vorbereiten:

Noise abgeschätzt mit: $0,5\text{mg} \cdot \sqrt{\text{Hz}} = 0.0548 \text{ m/s}^2$

Messwertspektrum: 8192.

- Speichere jetzt die hochgeladene CSV-Datei als: `../..../UPLOAD/csv-edit/temp_2012-11-16_14-24-28_CSV.csv`

- Lade jetzt die Datei: `../..../UPLOAD/csv-edit/temp_2012-11-16_14-24-28_CSV.csv` zur Verarbeitung

- Verarbeite die Messdaten(316291 Zeilen, 125 Hz):

Datum der Messung: 13.09.2012, Uhrzeit: 16:57:53

Messdaten gefunden, beginne Sammlung.

Ende der Messdaten erreicht.

- Speichere die bearbeiteten Messdaten.

Ecomode ist aus - verarbeite X- und Y-Daten ebenfalls.

Ändere die Dezimalzeichen von Punkte nach Komma (für deutsches Excel).

- Speichern beendet:

X-Werte: [2012-11-16 14Uhr24 X 125Hz-2G-standing on.csv](#)

Y-Werte: [2012-11-16 14Uhr24 Y 125Hz-2G-standing on.csv](#)

Z-Werte: [2012-11-16 14Uhr24 Z 125Hz-2G-standing on.csv](#)

- Starte GPS-Datenverarbeitung.

- Werte klassieren:

Maxima und Minima ermitteln...

Sekunden-Maxima und -minima ermitteln...

Die 5 groessten Sekundenmittelwerte (Ausreisser) sind: 0.294, 0.268, 0.224, 0.203, 0.202. Fuer die Klassierung wurden die 5 h"ochsten Werte vernachl"assigt. Werte im Wertebereich (Min bis Max) klassieren:

Klassen: 10, Klassenbreiten:

Z:0.0197

Y:0.0189

X:0.0093

Pr"ufe auf GPS-Informationen...

- Speichere jetzt die hochgeladene GPX-Datei als: `../.././UPLOAD/csv-edit/temp_2012-11-16_14-24-28_GPX.gpx`

- Lade jetzt die GPX-Datei: `../.././UPLOAD/csv-edit/temp_2012-11-16_14-24-28_GPX.gpx` zur Verarbeitung

- Verarbeite die Messdaten (2863 Zeilen):

Messdaten gefunden...

Zeit des ersten GPS-Messwerts aus der GPX-Datei: 13.09.2012, 16:53:59

Zeit des ersten Beschleunigungs-Messwerts aus der CSV: 13.09.2012, 16:57:53

Die GPS-Messdaten beginnen 234 Sekunden vor den Beschleunigungsmessdaten (alle GPS-Werte bis dahin werden verworfen).

Es wurden 2530 Beschleunigungswerte mit GPS-Werten synchronisiert.

F"ur alle fehlenden Beschleunigungswerte werden die letzten GPS-Werte verworfen:

! Letzte Zeile der Datei erreicht!

Insgesamt wurden 2010 GPS-Werte mit Beschleunigungsmesswerten synchronisiert.

234 GPS-Werte vor Beginn der Beschleunigungsmessung und 109 GPS-Werte nach Ende der Messung wurden verworfen.

0 fehlende GPS-Messdatenzeilen wurden interpoliert.

520 GPS-Messdatenzeilen im Stillstand wurden erkannt und verworfen.

- Speichere die bearbeiteten Messdaten

- Speichern beendet:

GPX-Datei mit Z-Werten als Höhe: [2012-11-16 14Uhr24 Z 125Hz-2G-standing_on-10classes-5spikes.gpx](#)

GPX-Datei mit Y-Werten als Höhe: [2012-11-16 14Uhr24 Y GPX.gpx](#)

GPX-Datei mit X-Werten als Höhe: [2012-11-16 14Uhr24 X GPX.gpx](#)

KML-Datei mit Z-Werten als Höhe: [2012-11-16 14Uhr24 Z 125Hz-2G-standing_on-10classes-5spikes GPX2KML.kml](#)

[Messstrecke im neuen Browser-Fenster mit GoogleMaps betrachten](#)

Datenaufbereiter für Beschleunigungsmessungen mit GPS-Synchronisation, (C)2012 Andreas Swensson